





chez Jombert le 29. May. 6





Gazet Del. *Maniere Sc*

LA GNOMONIQUE PRATIQUE,

OU L'ART DE TRACER LES CADRANS SOLAIRES

AVEC LA PLUS GRANDE PRÉCISION, PAR LES MEILLEURES MÉTHODES, MISES A LA PORTÉE DE TOUT LE MONDE.

AVEC

Des Obſervations ſur la maniere de regler les Horloges.

DÉDIÉ

A MM. de l'Académie Royale des Sciences de Bordeaux.

Par Dom FRANÇOIS BEDOS DE CELLES, *Bénédictin de la Congrégation de S. Maur, de la même Académie.*

Prix, 6 liv. en feuilles, & 7 liv. relié, même dans les Provinces.



A PARIS, rue S. Jacques.

Chez { BRIASSON, à la Science.
DESPILLY, à la vieille Poſte.
HARDY, à la Colonne d'or.

M DCC LX.

AVEC APPROBATION, ET PRIVILÉGE DU ROI.



A MESSIEURS
DE
L'ACADÉMIE ROYALE
DES
BELLES-LETTRES, SCIENCES ET ARTS DE BORDEAUX.

MESSIEURS,

Le droit que vous m'avez donné à votre protection en m'associant à vos travaux, me fait espérer que vous

recevrez avec bonté l'Ouvrage que j'ai l'honneur de vous offrir, comme une premiere marque de mon empressement à répondre à votre choix. Je me suis proposé de traiter la Gnomonique d'une maniere universellement utile, de dégager cette science d'une théorie abstraite & profonde, qui l'avoit rendue inaccessible au commun des hommes. Ai-je rempli mon objet? Le Public, qui dans ces matieres se décide toujours d'après ceux qu'il y reconnoît pour ses Maîtres, ne peut, Messieurs, que régler son jugement sur le vôtre. S'il m'est favorable, je devrai ce succès bien moins à mes foibles talens, qu'au desir le plus vif de mériter votre

approbation, & de vous exprimer, autant qu'il est en moi, ma reconnoissance, & le profond respect avec lequel je suis,

MESSIEURS,

Votre très-humble & très-obéissant Serviteur,
D. FRANÇOIS BEDOS.

PREFACE.



PRÉFACE.



LA plûpart de ceux qui ont écrit ſur la Gnomonique, en ont aſſez multiplié les éloges; il ſeroit plus qu'inutile de les répéter. On voit par-tout des Cadrans ſolaires; & l'empreſſement que chacun montre à s'en procurer, prouve de reſte leur utilité & leur néceſſité. Mais aucun Auteur ne s'eſt aviſé de dire, que dans le nombre prodigieux de ceux qui exiſtent, il s'en trouve très-peu de bons; on s'en plaint cependant aſſez généralement, & bien des gens ſont en conſéquence tentés de croire que la Gnomonique n'a point de principes certains. Pluſieurs Sçavans, Meſſieurs de la Hire, Ozanam, Déparcieux, Rivart, &c. ont pourtant donné d'excellens Ouvrages ſur cette matiere; mais puiſqu'on réuſſit encore ſi mal, ou cet art eſt plus difficile qu'on ne penſe, ou tous ces beaux Traités n'ont été faits que pour les Sçavans. Un bon Géometre, un homme au fait du Calcul, de la Sphere, de la Trigonométrie rectiligne & ſphérique, & de l'Aſtronomie, trouvera dans ces Auteurs de quoi ſe ſatisfaire: mais ceux

qui ne se sont pas appliqués à ces sciences, ont besoin d'un Traité plus à leur portée; c'est pour ces derniers que j'ai entrepris celui-ci. Sçavoir lire & écrire, connoître les trois ou quatre premieres regles de l'Arithmétique, est tout ce que nous exigeons de ceux qui voudront réduire cet art en pratique, quand ils suivront exactement les regles que nous indiquons.

Dans le nombre des méthodes proposées pour tracer les Cadrans solaires, les unes sont meilleures que les autres. La justesse d'un Cadran dépend souvent moins de l'adresse de celui qui le fait, que de la méthode qu'il suit. Elles peuvent être toutes bonnes; mais quelques-unes, quoique bien prouvées dans la théorie, réussissent très-mal dans la pratique; & malheureusement le plus grand nombre de ceux qui se mêlent de faire des Cadrans, suivent ces dernieres. Pour en construire de bons, il est indispensable de faire usage des méthodes des Sçavans; il s'agit donc de mettre ces méthodes tellement à la portée de tout le monde, que, sans être sçavant, on puisse les pratiquer.

Nous avons donné toute notre attention à applanir les difficultés, qui font regarder la Gnomonique comme une science très-difficile à ceux qui n'ont aucune teinture des Mathématiques; n'ayant à parler qu'à ceux-ci, nous n'avons pas cru devoir donner les démonstrations, comme font les Auteurs

que j'ai nommés : ceux qui voudront approfondir les principes, pourront consulter leurs ouvrages. La même raison nous a déterminés à préférer le style familier au style sec & concis des Mathématiques.

Avec ce Traité il sera aisé à chacun de faire des Cadrans avec toute la justesse & la précision que l'on peut désirer ; sans se voir dans la désagréable nécessité d'avoir recours, pour cela, à une quantité d'ouvriers peu instruits, qui inondent tous les pays de leurs mauvais ouvrages en ce genre. Les Sçavans mêmes occupés à des études d'un autre genre, plus essentielles à leur profession, n'auront plus besoin d'employer leur tems à pénetrer dans la plus profonde théorie ; ils trouveront ici les méthodes les plus sçavantes & leur pratique assurée, quand ils voudront y employer quelques momens de leur loisir.

On n'est plus aujourd'hui dans le goût d'embarrasser les Cadrans solaires, & d'y jetter de la confusion, en les chargeant d'une quantité de lignes, telles que les Azimuts, les heures Italiques, Babyloniques, Judaïques, antiques, les arcs diurnes, les arcs de signes, &c. Ces choses étant plus curieuses qu'utiles, on a pris le parti de les retrancher, & l'on fait grace quelquefois aux seuls arcs des signes du Zodiaque ; mais comme on en remarque de plus en plus l'inutilité, ils auront le même sort que les autres. Si

néanmoins quelqu'un étoit curieux de les y placer, il trouvera dequoi satisfaire son mauvais goût dans le Chapitre IX.

J'ai supprimé aussi les Cadrans purement curieux, tels que ceux qui marquent l'heure par la réfraction, ou par la réflexion des miroirs, les Azimutaux, les paraboliques, les hyperboliques, parce qu'ils n'ont d'autre mérite que leur singularité. Je n'ai rien dit, par la même raison, de la maniere de tracer les Cadrans sous l'Equateur, ou sous les pôles, ni des Cadrans lunaires & aux étoiles; je me suis borné aux plus nécessaires, à ceux qui sont le plus en usage, & les plus susceptibles de justesse & de précision.

Pour parvenir à ce but, je présente ordinairement deux méthodes. Un plus grand nombre mettroit le Lecteur dans l'embarras de faire un choix, & lui occasionneroit une étude superflue, quelquefois capable de le rebuter. Peu au fait de cette matiere, comme je le suppose, il risqueroit de se déterminer pour la plus difficile, souvent pour la moins bonne.

De ces deux méthodes, l'une est Géométrique; elle opere avec la simple regle & le compas; l'autre s'exécute par le calcul. Celle-ci est proprement la meilleure, & celle des Sçavans; la premiere est pour ceux qui ne veulent ou ne peuvent entrer dans la seconde. Nous ne sçaurions trop exhorter le Lecteur à donner son attention & son étude

à la méthode par le calcul : nous l'avons le plus ſimplifié qu'il nous a été poſſible. On s'effraye mal-à-propos à la vûe d'une Table des ſinus, des tangentes, &c. Cette quantité de chiffres étonne au point qu'on s'imagine n'y pouvoir rien entendre ; mais quelques heures d'application ſuffiſent pour mettre le Lecteur au fait, pour lui en donner la clef. On ſera même ſurpris de voir qu'au moyen des logarithmes, dont le terme ſeul avoit peut-être rebuté, on fera avec la plus grande facilité des calculs, qui deviendroient immenſes, je dirois, preſque impraticables, ſans ce ſecours. Nous avons donc lieu de nous flatter, qu'en menant, pour ainſi dire, le Lecteur par la main, il parviendra à l'intelligence de ce qui ſembloit d'abord être réſervé aux Sçavans.

La méthode Géométrique qui conſiſte à tirer un grand nombre de lignes pour trouver les lignes horaires, devient très-imparfaite dans la pratique. Rien de ſi difficile que d'operer en ce genre avec juſteſſe, ſur des ſurfaces ordinairement peu unies & pas aſſez planes. Par exemple, pour un ſimple Cadran horiſontal, il y a dix opérations à faire toutes dépendantes, & à la ſuite les unes des autres ; de ſorte que l'erreur inſéparable de la pratique, ſe tranſmettant d'une opération à l'autre, groſſit toujours, & enfin devient ſi conſiderable ſur la derniere qui donne les lignes horaires, qu'il ſe trouve

bien ſouvent juſqu'à pluſieurs minutes d'erreur. Que ſera-ce en certains autres Cadrans, où les opérations ſont en plus grand nombre ?

Cette ſucceſſion d'erreurs ne ſe trouve point dans la méthode par le calcul. Indépendante d'une autre, chaque opération, même imparfaite, ne communique point ſon défaut à celle qui la ſuit; l'exécution demande moins d'adreſſe de la main, & il en réſultera toujours un Cadran moins imparfait, ou bien autrement juſte que par la méthode Géométrique.

Quelques Auteurs, même les plus partiſans du calcul, le font ſervir à trouver les points horaires ſur l'Equinoxiale, ou ſur l'horiſontale. Cette méthode demande pluſieurs opérations dont on peut ſe paſſer. Nous avons pris une route moins compliquée. Perſuadés que plus on tirera de lignes de conſtruction, plus on riſquera de s'écarter de la juſteſſe à laquelle nous nous attachons, nous enſeignons à tracer ſimplement les angles & les lignes horaires, ſans en trouver les points ſur l'Equinoxiale. Le calcul en devient, à la vérité, un peu plus long, puiſqu'il faut répéter autant de fois la même analogie qu'il y a d'angles horaires : mais ce calcul eſt aiſé; & ne vaut-il pas mieux employer un jour de plus, & avoir la ſatisfaction de conſtruire un Cadran plus parfait ?

Ce Traité contient dix Chapitres : les trois premiers ſervent d'introduction aux ſuivans. Le premier renferme les notions préliminaires, ou l'explication de certains termes généraux, & de ceux qui ſont propres à la Gnomonique ; on y trouve la maniere de tirer les lignes horaires, & quelques inſtructions ſur la Sphere. Le ſecond donne la deſcription des inſtrumens convenables pour tracer les Cadrans, & apprend à les faire ſoi-même, au beſoin. On y indique ceux qui ſe font à moins de frais. Le Public eſt redevable à M. Déparcieux, de l'Académie Royale des Sciences de Paris, de l'invention des principaux de ces inſtrumens, tels que les faux ſtyles, la double & la triple équerre pour poſer les axes des Cadrans verticaux, & ſurtout de la conſtruction & de l'uſage du compas à verge, ſi utile, ſi commode & ſi néceſſaire pour operer avec la plus grande préciſion. Il a eu la bonté de nous faire voir ceux dont il ſe ſert : c'eſt d'après ceux-là que nous les avons décrits, deſſinés & même exécutés. On ne comprend pas comment on a pû, avant l'invention de ces inſtrumens, faire des Cadrans avec juſteſſe. Le 3e Chapitre met au fait du calcul néceſſaire à la Gnomonique. On y trouve l'intelligence & l'uſage des Tables des ſinus & des tangentes, des logarithmes, des échelles des parties égales & des cordes. Dans le quatrieme, nous donnons la deſcription bien dé-

taillée du Cadran horiſontal. Nous avons choiſi, entre les méthodes Géométriques, la plus ſimple & la plus commode. Nous y donnons la maniere de poſer l'axe & d'orienter le Cadran. Le cinquieme concerne particulierement les Cadrans, qu'on appelle réguliers, dont l'uſage eſt très-rare, n'étant pas ordinaire de trouver des plans fixes parfaitement orientés. Il eſt cependant néceſſaire de connoître ces Cadrans; leur intelligence étant d'une grande utilité pour ceux qui les ſuivent.

Nous avons donné plus d'étendue au Chapitre ſixieme; il eſt en effet le plus important & le plus d'uſage: on y voit la maniere de tracer les Cadrans verticaux déclinans. Trouver la déclinaiſon des plans, c'eſt-à-dire, leur aſpect par rapport au Méridien, ou au premier vertical, eſt la principale difficulté qui ſe préſente dans la conſtruction de ces ſortes de Cadrans. Il importe beaucoup de déterminer cette déclinaiſon avec la derniere préciſion: auſſi nous avons donné deux méthodes pour cet effet; la premiere très-ſimple, mais la ſeconde meilleure & infaillible, qui s'opere par le calcul. Nous ſommes entrés dans un détail qui leve toutes les difficultés Nous donnons dans ce Chapitre deux exemples de ce calcul, dont l'un fait voir une très-petite déclinaiſon: il en réſulte de l'autre une conſiderable; par-là aucun cas n'embarraſſera. Nous rejettons

à cet effet tout uſage de la Bouſſole, comme une méthode trop incertaine ; ceux qui l'employent doivent être aſſurés de faire un mauvais Cadran. Nous n'approuvons pas plus l'uſage de divers inſtrumens, quoique très-ingénieuſement imaginés. L'objet eſſentiel des Cadrans verticaux étant de bien poſer l'axe, nous en avons extrêmement détaillé la maniere.

Il s'agit dans le Chapitre ſeptieme des Cadrans verticaux ſans centre : ils ſont fort en uſage. Le huitieme eſt conſacré aux Cadrans inclinés ; ce ſont les plus difficiles & les moins uſités. Depuis quelque tems le goût s'eſt déclaré pour les Méridiennes. Celle du temps moyen, inventée par M. Grandjean de Fouchy, de l'Académie Royale des Sciences, a pris beaucoup de faveur. Nous avons cru faire plaiſir au Public d'expliquer fort au long, dans le Chapitre neuvieme, tout ce qui concerne cette matiere.

Dans le dixieme & dernier Chapitre, nous traitons des Cadrans portatifs. Ils ont leur utilité, & la matiere eſt intéreſſante & du goût de bien des perſonnes. Dans le grand nombre de ceux que l'on fait ordinairement, nous avons choiſi les meilleurs & les moins compoſés. Celui qui eſt le plus répandu, connu ſous le nom de *Butterfield*, étant un des plus mauvais, nous avons rapporté naturellement les raiſons qui doivent en déſabuſer le Public.

Il eſt peu de perſonnes au fait de la meilleure méthode de regler les montres & les pendules. Il eſt cependant très-difficile d'en tirer une utilité ſatisfaiſante, ſi on ne peut s'aſſurer de leur exactitude. C'eſt ce qui nous a engagés à donner des obſervations convenables pour apprendre à regler les horloges. Nous en avons aſſez détaillé la méthode.

Pour la commodité de ceux qui n'auront pas le temps de faire certains calculs de Gnomonique, nous avons donné un nombre de Tables précédées de leur explication. Nous avons calculé avec ſoin celles de la hauteur du Soleil, à toutes les heures du jour, pour différentes latitudes, qui comprennent l'étendue de la France. Nous y avons ſuppoſé l'inclinaiſon de l'Ecliptique de 23 dégrés 28 minutes 20 ſecondes. Toutes les Tables de la hauteur du Soleil, qui ſont dans les Auteurs de Gnomonique, ſont fautives, parce qu'elles ſuppoſent l'inclinaiſon de l'Ecliptique de 23 dégrés 28 minutes & demie. M. Larroque, Géographe de Bordeaux, très-verſé en cette matiere, a bien voulu ſe donner la peine de calculer la Table de la déclinaiſon du Soleil pour tous les dégrés de l'Ecliptique, auſſi bien que celle des équations du tems; le tout ſur le même principe de l'inclinaiſon de l'Ecliptique de 23 dégrés 28 minutes 20 ſecondes.

On trouvera à la fin de cet Ouvrage une Table des Matieres, par ordre alphabétique,

qui pourra ſervir d'addition & de Dictionnaire de tous les termes dont nous nous ſervons, & qui ne ſont pas expliqués en leur lieu.

Les Planches ont été deſſinées & gravées avec beaucoup de ſoin. Les Figures en ſont aſſez juſtes, parmi leſquelles on verra deux modeles de Cadrans ornés, pour donner une idée de ce genre de décoration. Nous avons fait deſſiner exprès & graver une Carte de la France très-exacte, & la plus détaillée qu'il a été poſſible pour ſa grandeur, en faveur de ceux qui ne ſont pas à portée de s'en procurer une bonne. Au moyen de cette Carte, dont nous enſeignerons l'uſage, on pourra connoître la latitude de pluſieurs lieux qui ne ſe trouvent point dans la Table *des longitudes & des latitudes des principales villes du Monde.*

Enfin nous n'avons rien épargné ni rien négligé de tout ce qui nous a paru néceſſaire pour la commodité du Lecteur. Nous nous ſommes donné tous les ſoins convenables, ayant lû & choiſi dans tous les meilleurs Auteurs, ſoit imprimés, ſoit manuſcrits, tout ce que nous avons trouvé de plus clair, de plus précis & de plus ſimple.

Quoique notre but ne ſoit pas de traiter de la théorie de la Gnomonique, comme nous l'avons dit ci-devant; cependant, en faveur de ceux qui ſeront curieux d'en avoir quelque connoiſſance, nous expoſerons ici

ſuccinctement le principe général ſur lequel eſt fondé tout l'art de tracer les Cadrans ſolaires.

Il faut regarder le bout d'un ſtyle planté dans le mur, ou le trou de la plaque, comme le centre de la terre, & en même temps le centre de tous les mouvemens céleſtes. Quoique abſolument cela ſoit faux, puiſque le bout d'un ſtyle, qui marque les heures, eſt éloigné du centre de la terre d'un demi-diametre; cependant, quelque grande que ſoit cette diſtance, ce n'eſt rien de ſenſible à l'égard de l'éloignement immenſe du Soleil. Suppoſons une ſphere garnie de tous les cercles dont il eſt parlé Chap. I, Sect. III, qui ſoit poſée ſur ce ſtyle devant la ſurface du Cadran, qui ſera, par exemple, un mur bien plan; que cette ſphere ſoit ſituée de maniere que ſon centre ſoit au ſommet du ſtyle ou au trou de la plaque qui doit marquer les heures; que cette ſphere ſoit orientée ſelon le lieu où l'on eſt, c'eſt-à-dire, que ſon Méridien ſoit dans le plan du Méridien du lieu; que ſon horiſon ſoit parallele au vrai horiſon; que ſes pôles ſoient directement tournés vers les pôles du Monde. Alors l'Equateur de cette ſphere ſera parallele à l'Equateur du ciel; ſon Orient ſera tourné vers le vrai Orient, & l'Occident vers le vrai Occident; ſon Zénit vers le Zénit, & ſon Nadir vers le Nadir, &c. Cette ſphere étant ainſi orientée, ſans s'être embarraſſé de la ſituation de

la muraille ſur laquelle doit être le Cadran, ne faiſant pas même attention qu'il y en ait une; ſi on conçoit alors que l'axe & tous les cercles de cette ſphere ſoient prolongés ou aggrandis, juſqu'à ce qu'ils touchent la muraille & la traverſent, l'on verra naître un Cadran des communes ſections, ou de la trace de tous ces cercles avec la muraille. Le centre du Cadran ſera le point où l'axe prolongé de la ſphere aura touché la muraille. Le Méridien de la ſphere aura tracé la ligne de Midi. L'horiſon aura tracé l'horiſontale; l'Equateur aura tracé l'Equinoxiale. Celui des Méridiens, qui ſe trouvera perpendiculaire au plan, aura tracé la ſouſtylaire. Celui des verticaux, qui eſt perpendiculaire à la muraille, aura tracé la verticale du plan, & enfin les cercles horaires auront tracé les lignes horaires.

Si l'on conçoit enſuite que tous les cercles de cette ſphere diſparoiſſent, en ſorte qu'il n'en reſte que leurs traces ſur la muraille & le centre de la ſphere, c'eſt-à-dire, le bout du ſtyle ou le trou de la plaque, & que le Soleil vienne à éclairer ce Cadran, l'ombre du centre de la ſphere fera connoître dans quel cercle de la ſphere eſt le Soleil; car ce centre étant dans le plan de tous les grands cercles, lorſque le Soleil ſera arrivé, par ſon mouvement autour de la terre, au plan d'un grand cercle quelconque, l'ombre du centre de la ſphere ſuivra le plan du

même cercle du côté oppoſé au Soleil, & rencontrant la ſurface du Cadran, ſe peindra là où la muraille eſt traverſée par le cercle où eſt le Soleil, ſoit qu'il ſe trouve dans un cercle horaire, ou dans un vertical, ou à l'Equateur, &c.

S'il ne s'agit que de l'heure, on peut concevoir que l'axe de la ſphere reſte tout entier, lequel étant dans le plan de tous les cercles horaires, lorſque le Soleil ſera arrivé dans le plan d'un cercle horaire, l'ombre de l'axe ſuivra le plan du même cercle du côté oppoſé au Soleil; & rencontrant la muraille, cette ombre s'y peindra le long de la commune ſection du cercle horaire avec la muraille, c'eſt-à-dire, le long de la ligne horaire, ſuppoſé que cet axe ſoit un corps capable de faire ombre.

Il faut concevoir dans la ſphere naturelle du Monde tous les cercles indiqués dans la troiſieme Section du Chapitre I, immobiles autour de la terre, & placés comme ils doivent l'être, eu égard au lieu où l'on eſt: s'imaginer enſuite être au centre de la terre, que nous ſuppoſons toujours être au bout du ſtyle, & que delà on regarde le Soleil paſſer ſucceſſivement par tous les cercles.

Voilà l'idée qu'on doit avoir de la formation d'un Cadran. Le but de la Gnomonique eſt de mener ſur toute ſorte de ſurfaces, les lignes qui repréſentent tous ces différens cercles, ou plutôt, qui en ſont les

communes sections avec le plan, afin de connoître les instans auxquels le Soleil arrive à tous ces cercles. On peut voir dans la Section IIIe & IVe du Chapitre premier l'explication des termes dont nous venons de nous servir. On consultera aussi, si l'on veut, la Table des matieres.



AVIS AU LECTEUR.

IL eſt abſolument eſſentiel de lire le préſent Traité, la plume à la main, & les Tables des ſinus devant ſoi. On fera toutes les opérations de calcul à meſure qu'elles ſeront indiquées, comme ſi on vouloit en vérifier la juſteſſe. On ne ſe contentera pas de cela; on ſe propoſera d'autres exemples, ſur leſquels on fera les mêmes opérations. C'eſt le ſeul moyen d'entendre facilement le calcul, qui fait l'objet le plus eſſentiel de la Gnomonique, lorſqu'on veut ſe ſervir des meilleures méthodes.

Un autre avis non moins eſſentiel, c'eſt de lire de ſuite, en ſorte qu'on poſſede bien ce qui précede, avant que de paſſer à autre choſe. Sans cela, il ne faudroit pas être ſurpris ſi l'on ne comprenoit point certains Chapitres ou certains articles, qui ſuppoſent toujours qu'on a conçu ce qui a été enſeigné auparavant. Si l'on vouloit, par exemple, commencer la lecture de ce Traité par le Chapitre ſixieme, & qu'on n'eût aucune connoiſſance du troiſieme, on pourroit être aſſuré de n'y rien entendre.



TABLE

TABLE

DES

CHAPITRES ET DES SECTIONS

Contenues en ce Volume.

CHAPITRE IV.

CHAPITRE V.

CHAPITRE VI.

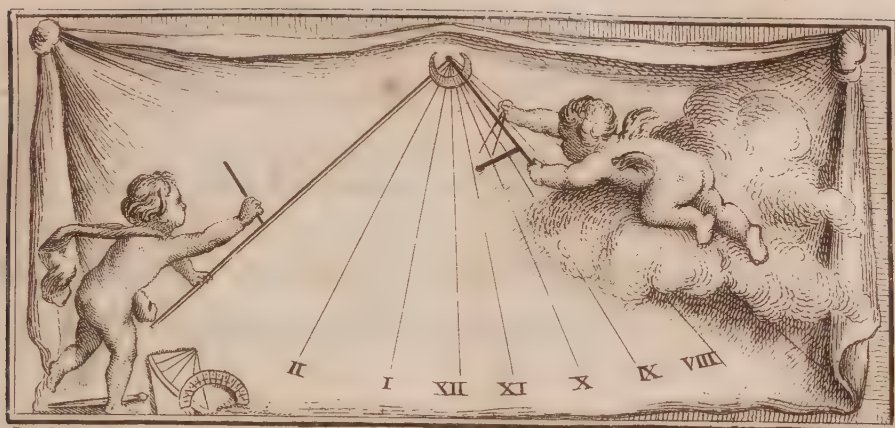
CHAPITRE VII.

CHAPITRE VIII.

CHAPITRE IX.

Fin de la Table des Chapitres & Sections.





LA

GNOMONIQUE PRATIQUE,

Ou l'art de tracer les Cadrans ſolaires.

CHAPITRE PREMIER.

Notions préliminaires.



E Chapitre eſt une introduction aux ſuivans, & ne contient que des notions préliminaires. Il eſt diviſé en quatre ſections. La premiere renferme l'explication des termes généraux, qui n'appartiennent pas proprement & uniquement à la Gnomonique, mais qui y ſont pourtant abſolument néceſſaires; dans la ſeconde ſection nous enſeignons à tracer les lignes & les figures, dont nous devons faire uſage; dans la troiſieme nous donnons les principales notions de la Sphere; & nous expliquons dans la quatrieme les termes propres aux Cadrans ſolaires.

A

SECTION PREMIERE.

Termes généraux qui n'appartiennent pas uniquement à la Gnomonique.

Art. I. HOrisontal, ou parallele à l'horison, signifie qui est de niveau, qui n'est pas plus élevé d'un côté que de l'autre; desorte que si l'on jettoit de l'eau sur une surface bien horisontale ou de niveau, elle ne couleroit pas plus d'un côté que de l'autre, mais elle se répandroit partout également.

2. *Perpendiculaire*, signifie toujours à angles droits ou à l'équerre. Il ne faut jamais confondre le mot perpendiculaire avec le mot *vertical*; ce dernier signifie toujours à plomb, c'est-à-dire, de haut en bas, comme la ligne que forme un plomb suspendu par un fil : la ligne perpendiculaire se trouve quelquefois horisontale, quelquefois oblique ou en pente, & quelquefois aussi verticale; mais elle est toujours à l'équerre ou à angles droits sur une autre. C'est précisément ce qui la fait appeller perpendiculaire. Une ligne parfaitement horisontale ou de niveau est perpendiculaire à l'égard de la verticale, & réciproquement la verticale est perpendiculaire à l'égard de l'horisontale.

3. *Parallele*, signifie qui est également éloigné d'un bout à l'autre, ou qui se trouve toujours à égale distance d'un bout à l'autre. Par exemple, deux lignes quelque longues qu'elles soient, éloignées entre elles d'un pouce, ou d'une toise, ou d'une lieue, ou de 1000 lieues, &c. si elles sont paralleles, se trouveront partout, & d'un bout à l'autre à la même distance entre elles.

4. Le *Cercle* est une figure plate & ronde, ter-

minée par une ſeule ligne courbe ou circulaire, nommée *circonférence;* au milieu de laquelle eſt un point nommé *centre*, duquel on s'eſt ſervi pour poſer une pointe du compas, pour décrire tout à l'entour avec l'autre pointe cette ligne courbe. Toutes les lignes menées du centre du Cercle à la circonférence, ſont égales entr'elles. Par le mot *Cercle* nous entendrons le plus ordinairement la ſeule ligne courbe qui le termine, à moins que nous ne diſions expreſſément le plan d'un Cercle, pour lors il faut entendre qu'il eſt queſtion de ſon étendue, ou de ſa ſurface. Pl. 1.

5. En général il faut toujours concevoir le Cercle, tant grand que petit, diviſé en 360 parties, que l'on appelle *dégrés;* le dégré eſt diviſé en 60 minutes, la minute en 60 ſecondes, & la ſeconde en 60 tierces. Ordinairement on n'écrit pas le mot *dégré* dans les calculs, ni le mot *minute*, ni celui de *ſeconde;* mais on écrit ainſi 48°, $36'$, $24''$, ce qui ſignifie 48 dégrés, 36 minutes, 24 ſecondes. Nous nous ſervirons toujours de cette maniere.

6. Le *diametre* du Cercle eſt une ligne droite, qui paſſe par le centre du Cercle, & ſe termine de part & d'autre à la circonférence. Cette ligne diviſe le Cercle en deux parties égales, qui ſe trouvent de 180° chacune; ſi on tire une perpendiculaire ſur le milieu de cette ligne, le Cercle ſe trouvera diviſé en quatre parties égales de 90° chacune. Ce qui fera au centre du Cercle, quatre angles droits ou à l'équerre.

7. Le *rayon*, ou demi-diametre du Cercle, eſt une ligne droite, qui va du centre, ſe terminer à la circonférence.

8. Un *arc* eſt une partie de la circonférence du Cercle, ou plus grande ou plus petite que le quart du Cercle.

9. Un *angle* eſt la rencontre de deux lignes en un point; ainſi l'ouverture formée par les lignes BA & *Fig.* 1.

PL. 1. BC qui ſe touchent au point B, forme un angle, dont la pointe B s'appelle le ſommet.

10. Les côtés d'un angle ſont les deux lignes qui le forment; ainſi les lignes BA & BC ſont les côtés de l'angle B.

11. On indique tous les angles par trois lettres: celle du milieu dénote toujours l'angle dont on parle. *Fig.* 1. Par exemple, on dit l'angle CBA ou ABC, c'eſt la lettre B qui déſigne l'angle dont il eſt queſtion.

12. Lorſqu'on parle d'un angle, on ſuppoſe toujours ſon ſommet au centre du Cercle, & ſes deux côtés ſont regardés comme des rayons du même Cercle: l'arc qui ſe trouve entre ces deux côtés ou rayons, déſigne la valeur de l'angle, c'eſt-à-dire, le nombre *Fig.* 2. des dégrés qu'il contient. Par exemple, l'angle EBD a ſon ſommet B au centre du Cercle, & l'arc ED qui contient un certain nombre de dégrés, eſt la meſure de ſa valeur. On voit par-là que la valeur d'un angle ne dépend pas de la longueur de ſes côtés. Si longs ou ſi courts qu'ils ſoient, la valeur de l'angle eſt la même, parce qu'un grand cercle & un petit ſont toujours également diviſés en 360°.

13. On appelle un angle *aigu*, lorſqu'il a moins de 90°; s'il en a plus, il s'appelle *obtus;* mais s'il a 90° juſte, c'eſt pour lors un angle *droit* ou à l'équerre; & la partie du Cercle compriſe entre ſes côtés eſt le quart du Cercle, qui a 90°.

14. Le *triangle* eſt une figure terminée par trois lignes, qui forment trois angles & trois côtés; ainſi la fig. 3. eſt un triangle. Si les lignes qui forment le triangle ſont droites, on l'appelle *rectiligne;* ſi elles ſont des arcs de Cercle, c'eſt un triangle ſphérique, étant formé par trois portions de Cercle.

15. Un triangle *rectangle* eſt celui qui a un de ſes angles droit, ou de 90°, ou à l'équerre. Le mot *rectangle* ſignifie toujours à angle droit.

16. On nomme *hypoténuſe* le côté d'un triangle

rectangle opposé à l'angle droit ; ainsi le côté AB est l'hypoténuse du triangle ABC. Pl. 1. *Fig.* 3.

17. Un triangle *équilateral* est celui qui a les trois côtés égaux, & par conséquent les trois angles aussi égaux. La figure 13. est un triangle équilateral. *Fig.* 13.

18. Un triangle *isoscele* est celui qui a deux côtés égaux, & deux angles aussi égaux. La fig. 4. est un triangle isoscele. *Fig.* 4.

19. Un triangle *scalene* est celui qui a les trois côtés inégaux, & par conséquent les triangles aussi inégaux. La fig. 3. est un triangle scalene comme la fig. 5. *Fig.* 3.

20. Il faut bien se souvenir de ce principe général, qui est d'un usage très-fréquent dans la Gnomonique ; *les trois angles de quelque triangle que ce soit, additionnés ensemble, valent toujours deux angles droits*, ou deux fois 90° ; c'est-à-dire 180° ; d'où s'ensuit cette autre proposition, qui est aussi un principe général : *dans quelque triangle que ce soit, lorsque l'on connoît deux angles, on connoît nécessairement le troisieme.* Ainsi en supposant que dans un triangle il y a deux angles connus, dont l'un sera de 76° 12′, & l'autre de 43° 35′, il faut les additionner ainsi,

76° 12′
43° 35′
Somme 119° 47′ qu'il faut soustraire de 180°
119° 47′
Reste 60° 13′

qui est la valeur du troisieme angle.

21. Il suit de cette proposition que si dans le triangle isoscele ABC, on connoît l'angle CBA, les angles ACB & BAC seront aussi connus. Par exemple, supposons que l'angle connu soit ABC de 42°, il faut soustraire ces 42° de 180°, puisque les trois angles de tout triangle valent 180° (20), il restera *Fig.* 4.

Pl. 1. 138°; mais comme dans un triangle iſoſcele les côtés BC & BA ſont égaux, de même que les angles BCA & BAC (18); il s'enſuit qu'en partageant en deux également la ſomme ci-deſſus 138°, dont la moitié eſt 69°, la valeur des angles BCA & BAC eſt de 69° chacun. Le triangle équilateral eſt auſſi iſoſcele, mais il a ſes trois angles de 60° chacun.

Fig. 2. 22. La *corde* d'un arc, ou qui ſoutient un arc, ou la *ſoutendante* d'un arc, eſt une ligne droite qui ſe termine aux deux extrémités de cet arc, ainſi la ligne AF eſt la corde de l'arc AF. L'on voit que la corde d'un arc ne paſſe jamais par le centre du Cercle. Si elle y paſſoit, ce ſeroit le diametre.

23. Le *complément* d'un angle ou d'un arc, (car c'eſt la même choſe), eſt ce qu'il lui faudroit ajouter pour avoir un quart de Cercle ou un angle droit, ou *Fig.* 6. 90°; ainſi l'arc IF eſt le complement de l'arc BF, & réciproquement l'arc BF eſt le complement de l'arc IF. Prenez garde de ne jamais confondre le terme *complément* avec *ſupplément*.

24. On appelle *ſupplément* d'un angle ou d'un arc, ce qu'il lui faudroit ajouter pour avoir un demi-*Fig.* 2. Cercle ou 180°, l'arc AE eſt le ſupplément de l'arc EDC, & l'arc EDC eſt le ſupplément de l'arc AE.

25. On appelle *ſinus* d'un angle ou d'un arc, une ligne droite abaiſſée perpendiculairement de l'une des extrémités de cet arc au rayon qui paſſe par l'au-*Fig.* 6. tre extrémité du même arc. La ligne FH eſt le ſinus de l'arc BF, ou de l'angle BAF; de même la ligne FG eſt le ſinus de l'arc FI, ou de l'angle FAI.

26. Le *ſinus d'un arc eſt la moitié de la corde d'un arc double;* ainſi FH eſt la moitié de la corde *Fig.* 6. FD, qui eſt celle de l'arc FBD double de l'arc FB. Il faut bien ſe ſouvenir de cette propoſition, nous en ferons un grand uſage.

27. Le *ſinus de complément* d'un angle ou d'un

arc eſt le ſinus de l'arc de complément; GF eſt le ſinus de complément de l'arc BF. Pl. 1.

28. La *tangente* d'un angle ou d'un arc eſt une ligne perpendiculaire à l'extrémité du rayon qui paſſe par une des extrémités de l'arc, & terminée à la rencontre du rayon prolongé qui paſſe par l'autre extrémité du même arc. La ligne BC eſt la tangente de l'arc BF, & la ligne IE eſt la tangente de l'arc IF.

29. La *ſécante* d'un angle ou d'un arc eſt le rayon prolongé juſqu'à la rencontre de la tangente. La ligne AC eſt la ſécante de l'arc BF, & la ligne AE eſt la ſécante de l'arc IF. Pour ſimplifier davantage, nous éviterons de nous ſervir des ſécantes.

30. Il faut remarquer que le *ſinus total* n'eſt autre choſe que le rayon du Cercle. On le ſuppoſe diviſé en 1000, ou 10000, ou 100000 parties, ou même davantage. Le ſinus total étant le rayon du Cercle, il ſe trouve le ſinus d'un angle ou d'un arc de 90°: comme AB eſt le ſinus total, & par conſéquent le ſinus de l'angle BAI, ou de l'arc BFI de 90°. *Fig. 6.* Tous les autres ſinus vont toujours en ſe racourciſſant ou diminuant. Par exemple, le ſinus total étant ſuppoſé de 10000000 parties, le ſinus de 80° ſera de 9848077; celui de 44° ſera de 6946584; celui de 15° ſera de 2588190; celui de 4° ſera de 697565; celui d'un dégré ſera de 174524; celui de 20 minutes ſera de 58177; celui d'une minute ſera de 2909. On voit par-là que les ſinus ſont imaginés pour trouver ou pour faire les angles avec beaucoup de préciſion & de facilité; ces parties peuvent repréſenter des pouces, ou lignes, ou toiſes, &c. Selon l'uſage que nous en ferons, nous concevrons ces parties très-petites, comme des ſixiemes de ligne ou environ, puiſque un pouce & demi ou 18 lignes contiendront 100 de ces parties. Ce que nous diſons des ſinus diviſés en tant de parties, doit s'entendre de même pour les tangentes. Nous ferons voir l'uſage de tout

Pl. 1. ceci dans la ſuite. La Trigonométrie, que cela regarde, n'étant pas néceſſaire ici, nous nous contenterons d'en donner les analogies toutes dreſſées, quand elles y ſeront requiſes.

SECTION II.

Conſtruction de quelques Figures, ou la maniere de tracer les traits & les lignes.

31. Diviser une ligne droite en deux parties égales.

Fig. 7. Des points A & B pris pour centres, & de l'ouverture du compas qu'il vous plaira, décrivez deux arcs qui ſe coupent en C; faites-en de même de l'autre côté au point D: des points C & D, où ces petits arcs ſe coupent, tirez une ligne droite qui paſſe ſur ces points d'interſection, le point E où cette ligne coupe la ligne AB, eſt juſtement le milieu de la ligne AB; donc elle ſera ainſi néceſſairement diviſée en deux parties égales.

32. D'un point donné ſur une ligne droite élever une perpendiculaire.

Fig. 8. Suppoſons que le point C eſt celui ſur lequel doit tomber la perpendiculaire EC, on ouvrira le compas à volonté, & l'on marquera ſur la ligne AB les points D & F également éloignés du point C. On ouvrira davantage le compas, & des points D & F on décrira deux arcs qui ſe coupent au point E; de ce point d'interſection E de deux arcs menez la ligne EC, ce ſera la perpendiculaire.

33. D'un point donné hors d'une ligne droite, abaiſſer une perpendiculaire à cette ligne.

Fig. 9. Le point C eſt celui d'où il faut abaiſſer la perpendiculaire ſur la ligne AB. Du point C pris pour cen-

tre, & avec une ouverture du compas à volonté, décrivez un arc qui coupe en deux points D & E cette ligne AB, que vous prolongerez s'il est nécessaire. Des points D & E, où l'arc a coupé la ligne AB pris pour centres, & avec le même rayon si vous voulez, décrivez deux arcs qui se coupent au point F. Du point C tirez une ligne CG telle que, si elle étoit prolongée, elle passât par le point F; cette ligne CG sera la perpendiculaire sur AB. Pl. 1.

34. Elever une perpendiculaire à l'extrémité d'une ligne.

Le point H sera le point de la ligne GH, sur lequel il faut élever la perpendiculaire. Marquez un point Q, à volonté, au dessus de la ligne GH; de ce point Q pris pour centre, & de l'intervalle QH, décrivez un demi-cercle, qui coupe la ligne GH aux points G & H. Si du point G on tire la ligne GQI, & que par le point I où cette ligne GQI rencontre l'arc GHI, on mene une ligne qui passe par le point H, cette ligne sera la perpendiculaire cherchée à l'extrémité H de la ligne GH. *Fig.* 10.

35. Mener une ligne parallele à une autre.

On suppose qu'il faut mener une parallele à la ligne BC. Vers les extrémités de la ligne BC posez une pointe de compas de l'ouverture convenable à la distance que vous voulez donner à la parallele, décrivez deux arcs A & G, & menez la parallele DF qui touche les deux arcs A & G. *Fig.* 11.

36. Faire un angle égal à un autre donné.

L'angle D sera celui qu'il faut imiter. Par l'ouverture du compas que vous voudrez, dont vous poserez une pointe sur le point D, décrivez l'arc FG; sur la ligne AB, que nous supposons être celle sur laquelle vous devez faire l'angle semblable, décrivez avec la même ouverture du compas un arc semblable NO; prenez la distance FG & la portez sur NO, tirez la ligne AO, & vous aurez l'angle BAO semblable à FDG. *Fig.* 14.

Pl. 1. 37. Trouver le centre d'un arc quel qu'il ſoit, ou par trois points donnés faire paſſer une circonférence.

Fig. 12. Faites trois points à volonté CBA ſur l'arc CBA. Ouvrez le compas à volonté, poſez une pointe ſur le point A, & décrivez les deux arcs E & D. Poſez encore la pointe du compas ſur le point B, & conſervant la même ouverture, décrivez deux autres arcs aux mêmes points E & D, qui couperont les deux premiers. Du même point B décrivez deux autres arcs P & G; du point C coupez les deux arcs P & G; menez les lignes PG & ED qui paſſent ſur les quatre points d'interſection EPDG, ces deux lignes ſe couperont au point T, qui ſera le centre de l'arc propoſé.

Il faut s'accoutumer à opérer avec juſteſſe & préciſion. Lorſqu'on tirera une ligne, on tiendra la plume ou le crayon, ou la pointe toujours dans la même ſituation le long de la régle, ſans pencher plus d'un bout que de l'autre; & afin que la ligne paſſe toujours au milieu des points, après avoir poſé la régle auprès des points, on préſentera doucement la plume ou le crayon, ou la pointe ſur les points, pour éprouver ſi en tirant la ligne, elle paſſera exactement ſur les points. On maniera toujours le compas fort légerement, & on fera les points fort petits ſur la ſurface ſur laquelle on fera quelque opération.

SECTION III.

Quelques notions de la Sphere.

38. LA *Sphere* eſt une repréſentation de tous les Cercles imaginés, ſoit dans le ciel, ſoit ſur la terre. *Voyez la Figure 10. Planche 2.*

39. On appelle le *Zénit*, le point du ciel qui eſt précisément au deſſus de ſoi; & le *Nadir*, celui qui eſt au deſſous, diamétralement oppoſé au Zénit. On change de Zénit toutes les fois que l'on va d'un lieu à un autre, parce que le Zénit eſt toujours au deſſus de ſoi en quelque place de la terre que l'on ſe trouve. Pl. 2.

40. On appelle grands cercles dans la Sphere, ceux dont le plan paſſe par le centre de la Sphere, c'eſt-à-dire, qui ſont auſſi grands que le diametre entier de la Sphere.

41. Les *Pôles* ſont les deux points A & B, où va aboutir la ligne qui traverſe le centre de la terre T. C'eſt ſur cette ligne que tout l'Univers tourne, & que l'on appelle l'*axe* de la Terre ou du Monde. Ces deux Pôles ont chacun un nom particulier; l'un comme A, s'appelle le Pôle arctique, ou le Pôle élevé, ou ſeptentrional, ou du nord, ou boréal; & l'autre comme B, s'appelle le Pôle antarctique, ou Pôle abaiſſé, ou auſtral, ou du ſud, ou méridional. *Fig. 10.*

42. *L'Horiſon* HH eſt un grand cercle de la Sphere qui le partage en deux parties égales, dont l'une eſt expoſée à nos yeux, & l'autre eſt au deſſous de nous. La partie que nous voyons s'appelle *hémiſphere ſupérieur*, ou notre *hémiſphere*, & l'autre eſt appellée *hémiſphere inférieur.*

43. Le *Méridien* MZM eſt un grand cercle qui paſſe par les deux Pôles du Monde, de même que par le Zénit & le Nadir; il diviſe la Sphere en deux hémiſpheres, dont l'un eſt appellé *oriental*, & l'autre *occidental*. Ce cercle ſe nomme *Méridien*, parce que le Soleil y étant parvenu, il eſt midi, pour tous ceux qui ſont ſous le même Méridien. Il s'enſuit de-là, qu'un homme qui s'en va droit d'un Pôle à l'autre, répond toujours au même Méridien; mais s'il va de l'orient à l'occident, il change de Méridien à chaque pas qu'il fait: par conſéquent, il y a des Méridiens ſans nombre, mais il y a encore plus

Pl. 2. d'horiſons. Quoiqu'il y ait un ſi grand nombre de Méridiens, il n'y en a pourtant qu'un à l'endroit où l'on eſt, celui qui paſſe par le Zénit & le Nadir.

44. *L'Equateur* ou l'*Equinoxial* EE eſt un grand cercle qui diviſe la Sphere en deux hémiſpheres, dont l'un eſt appellé ſeptentrional, ou boréal, ou nord; & l'autre méridional, ou auſtral, ou ſud. On appelle ce cercle *Equateur*, parce que le Soleil paroiſſant ſe mouvoir ſur ce cercle, le jour eſt égal à la nuit; ce qui arrive deux fois l'année, l'une vers le 21 Mars; & l'autre vers le 23 Septembre, qui ſont les deux Equinoxes. Les deux points où l'Equateur coupe l'horiſon, s'appellent l'Eſt & l'Oueſt, ou l'Orient & l'Occident vrais. Le jour des équinoxes le Soleil ſe leve & ſe couche aux points où l'Equateur
Fig. 15. coupe l'horiſon.

45. On conçoit tous les cercles de la Sphere diviſés en 360 parties, que l'on appelle dégrés, le dégré en 60 minutes, & la minute en 60 ſecondes.

46. Le *Zodiaque* ZZ eſt un grand cercle qui coupe obliquement l'Equateur. La largeur du Zodiaque eſt partagée en deux parties égales, par une ligne que l'on appelle l'*Ecliptique*, qui repréſente la trace que le Soleil ſuit pendant toute l'année, & de laquelle il ne s'écarte jamais.

47. L'Ecliptique étant obliquement poſée ſur l'Equateur, s'en éloigne de chaque côté de 23° 28′ ou environ, & va toucher du côté du Midi un autre cercle TT parallele à l'Equateur, que l'on appelle le *Tropique du Capricorne*, ou *Tropique d'hyver*; & de l'autre côté oppoſé il touche un autre cercle ſemblable TT, que l'on nomme également *Tropique*; c'eſt le *Tropique de l'Ecreviſſe*, ou *Tropique d'été*.

48. On partage la circonférence du Zodiaque & de l'Ecliptique en 12 parties égales, que l'on appelle *Signes*, & chaque ſigne en 30°, qui font la douzieme partie de 360°. Les noms de ces 12 ſignes

ſont, le Bélier, le Taureau, les Gémeaux, l'Ecreviſſe, le Lion, la Vierge, la Balance, le Scorpion, le Sagittaire, le Capricorne, le Verſeau & les Poiſſons. Pl. 2.

49. Le *Bélier* & la *Balance* ſe trouvent ſur l'Equateur diamétralement opposés. Lorſque le Soleil y eſt arrivé, ce ſont les Equinoxes; le premier au mois de Mars, & le ſecond au mois de Septembre. Le commencement de l'*Ecreviſſe* & du *Capricorne* ſont au point d'attouchement de l'Ecliptique avec les Tropiques. Lorſque le Soleil s'y trouve, ce ſont les Solſtices; le premier eſt du côté du Septentrion, & c'eſt le Solſtice d'été; le ſecond eſt du côté du Midi, & c'eſt le Solſtice d'hyver. Le premier arrive environ le 21 du mois de Juin, & le ſecond environ le 21 du mois de Décembre.

50. La moitié des ſignes étant placés à chaque côté de l'Equateur, ce cercle les ſépare en deux, dont les uns ſont appellés *Septentrionaux* & les autres *Méridionaux*. Les ſeptentrionaux ſont les ſix premiers, ſçavoir, le Bélier, le Taureau, les Gémeaux, l'Ecreviſſe, le Lion & la Vierge. Les ſix autres ſont appellés méridionaux.

51. Il y a ſix ſignes que l'on appelle *Aſcendans*, & ſix autres que l'on nomme *Deſcendans*. Les ſignes aſcendans ſont ceux que le Soleil parcourt lorſqu'il monte, c'eſt-à-dire, lorſqu'il s'approche de plus en plus de notre Zénit à Midi; ce ſont le Capricorne, le Verſeau, les Poiſſons, le Bélier, le Taureau & les Gémeaux. Les ſix autres ſont appellés deſcendans, parce que le Soleil les parcourt, lorſqu'il s'en retourne au Tropique d'hyver.

52. On déſigne les 12 ſignes du Zodiaque par les caracteres ſuivans, avec les mois qui leur conviennent.

Pl. 2.

Le Bélier,	*le Taureau,*	*les Gemeaux,*	*l'Ecreviſſe,*
♈	♉	♊	♋
Mars.	Avril.	Mai.	Juin.
le Lion,	*la Vierge,*	*la Balance,*	*le Scorpion,*
♌	♍	♎	♏
Juillet.	Aoust.	Septembre.	Octobre.
le Sagittaire,	*le Capricorne,*	*le Verſeau,*	*les Poiſſons.*
♐	♑	♒	♓
Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.

53. Les *verticaux*, ou autrement appellés les *Azimuts,* ſont de grands cercles qui ſe coupent tous au Zénit & au Nadir, & paſſent par l'horiſon, qui les coupe tous à angles droits.

54. Entre les verticaux, il y en a un remarquable que l'on appelle *le premier vertical;* il paſſe par le Zénit & le Nadir, & par les points de l'horiſon, qui ſont le vrai Orient & le vrai Occident. Ce cercle eſt conçu toujours fixe, aux points du vrai Orient & du vrai Occident : mais on le conſidere comme changeant de place au Zénit & au Nadir, toutes les fois que nous changeons de Zénit. Ceux qui ſont ſous l'Equateur, ayant leur Zénit à l'Equateur même, regardent le premier vertical comme n'étant point different de l'Equateur, parce que l'Equateur paſſe par leur Zénit & par les points du vrai Orient & du vrai Occident (44). Le Méridien peut être regardé comme un des verticaux qui coupe le premier vertical à angles droits.

55. On appelle *vertical du Soleil,* celui des verticaux dans lequel le Soleil ſe trouve au moment qu'on obſerve ſa hauteur, ou qu'on marque un point d'ombre ſur un plan : on peut dire, plus générale-

ment, que le vertical du Soleil eſt celui qui paſſe Pl. 2.
par ſon centre à quelque moment que ce ſoit.

56. La *latitude* ou la *hauteur du Pôle*, ce qui eſt le même, eſt la diſtance depuis l'horiſon juſqu'au Pôle. Les dégrés de l'élevation du Pôle ſe comptent ſur le Méridien, en commençant à l'horiſon.

57. On appelle la *déclinaiſon du Soleil*, ſa diſtance de l'Equateur. Les dégrés de la déclinaiſon du Soleil ſe comptent ſur le Méridien; ſur quoi il faut remarquer que les dégrés du Méridien ne ſuivent pas ceux de l'Ecliptique, parce que l'Ecliptique eſt dans une ſituation oblique, par rapport au Méridien; auſſi eſt-il à remarquer que le Soleil parcourant l'Ecliptique, paſſe les dégrés du Méridien plus rapidement, lorſqu'il eſt près de l'Equateur, & que ſa marche devient toujours plus lente par rapport au Méridien, à meſure qu'il s'éloigne de l'Equateur. C'eſt ce que l'on pourra obſerver par les Tables de la déclinaiſon du Soleil, que l'on trouvera à la fin de ce Traité.

58. Le lieu du Soleil eſt le point ou le dégré de l'Ecliptique où il ſe trouve. On dit, par exemple, que le Soleil eſt au 12e dégré du Lion ou de la Vierge, &c. mais ce n'eſt pas à dire que ſa déclinaiſon ſoit de 12°, la déclinaiſon du Soleil ne ſe comptant que ſur les dégrés du Méridien. Il faut toujours ſçavoir vis-à-vis quel dégré du Méridien ſe trouve le 12e dégré du Lion, de la Vierge, &c. & pour lors on connoît ſa déclinaiſon.

59. On appelle *la hauteur du Soleil*, le nombre des dégrés dont il eſt élevé au deſſus de l'horiſon, leſquels ſe comptent ſur le cercle vertical qui paſſe par le milieu du Soleil.

60. *La hauteur méridienne du Soleil* eſt le nombre des dégrés dont il eſt élevé ſur l'horiſon au moment de midi. Cette hauteur ſe trouve, en ajoutant la déclinaiſon du Soleil, ſi elle eſt ſeptentrionale, avec

Pl. 2. le complément de la latitude; & si la déclinaison est méridionale, la somme de la déclinaison & 90° font sa hauteur méridienne.

61. L'*angle du vertical du Soleil avec le Méridien* est celui qui est formé au Zénit & au Nadir, par le cercle vertical où il se trouve, & par le Méridien du lieu. Son ouverture est mesurée par l'arc de l'horison terminé par ces deux cercles.

62. L'*angle du vertical du Soleil avec le plan du Cadran vertical* est un angle horisontal, qui peut être consideré comme étant formé par la ligne horisontale du Cadran, & par celle dans laquelle le vertical où se trouve le Soleil, coupe l'horison. L'ouverture de cet angle se compte par l'arc de l'horison, compris entre ce vertical du Soleil & le point où le plan prolongé jusqu'à l'horison iroit aboutir.

63. La *distance du Soleil au Pôle élevé* est toujours le complément de sa déclinaison, quand elle est septentrionale; ou la somme de sa déclinaison & 90°, si elle est méridionale.

64. La *distance du Soleil au Zénit* est toujours le complément de sa hauteur. La *distance du Pôle au Zénit* est le complément de l'élévation du Pôle, & par conséquent égale à la hauteur de l'Equateur.

SECTION IV.

Explication des termes propres & particuliers aux Cadrans.

65. La *Gnomonique* est l'art de tracer des Cadrans solaires sur toutes sortes de surfaces.

66. Un *plan* est la surface sur laquelle on trace un Cadran solaire; de sorte qu'un Cadran solaire n'est autre chose que cette surface même sur laquelle

on

on a tracé des lignes, selon les régles de la Gnomonique qui marquent la marche du Soleil, par l'ombre d'un style ou d'un axe; par ce moyen on y voit l'heure qu'il est.

67. Le *Style* est une verge de fer insérée dans le plan du Cadran, dont le sommet ou l'extrémité supérieure montre les heures par son ombre. Quelquefois on attache une plaque percée au bout du style; pour lors le rayon de lumiere qui passe par le trou de la plaque montre aussi les heures. C'est toujours également un style. On l'appelle aussi un *Gnomon*.

68. On appelle le *pied du Style* le point du plan du Cadran, qui répond perpendiculairement ou à angles droits au sommet du style, ou au centre du trou de la plaque... Ainsi le pied du style, sur un plan horisontal, est un point qui se trouve au moyen d'un plomb terminé en pointe dans sa partie inférieure, & que l'on suspend avec un fil au centre du trou de la plaque, ou au sommet du style; (nous supposons que le style est courbe:) le point où touche la pointe du plomb, est le pied du style. Mais pour le plan vertical, le pied du style est un point, où iroit aboutir une ligne horisontale tirée du centre du trou de la plaque, ou du sommet du style, laquelle ligne tomberoit perpendiculairement en tout sens sur le plan du Cadran. Nous dirons dans la suite comment il faut faire pour trouver exactement le pied du style sur le plan vertical.

69. L'*axe du Cadran* est une verge de fer ou d'autre matiere, qui marque l'heure par toute la longueur de son ombre; à la différence du style, qui ne montre l'heure que par l'ombre de son extrémité supérieure.

70. L'*horisontale du plan* est une ligne de niveau, qui passe par le pied du style. Il faut s'assurer que cette ligne est bien horisontale par le moyen d'un bon

niveau; elle eſt d'un grand uſage dans les Cadrans qui ne ſont point horiſontaux.

71. La *verticale du plan* eſt une ligne exactement à plomb, qui paſſe par le pied du ſtyle; elle eſt la trace du cercle vertical perpendiculaire au plan. On la tire au moyen d'un plomb ſuſpendu à un fil. Cette ligne eſt auſſi d'un grand uſage dans les Cadrans verticaux.

72. Le *centre diviſeur* eſt un point hors d'une ligne droite, au moyen duquel on la diviſe en dégrés du cercle. Comme nous indiquerons dans chaque cas où il faut placer ce point pour s'en ſervir, nous n'en dirons pas autre choſe pour le préſent.

73. La *Méridienne*, dans toutes ſortes de Cadrans, eſt la ligne qui déſigne le vrai Midi. Dans les Cadrans verticaux, cette ligne eſt à plomb; mais elle ne l'eſt pas toujours dans les Cadrans inclinés.

74. La *ſouſtylaire* eſt une ligne ſur laquelle on place toujours le ſtyle, ou l'axe. Dans les Cadrans horiſontaux, elle n'eſt pas différente de la Méridienne, comme dans les verticaux non déclinans: mais dans les déclinans, la ſouſtylaire devient une autre ligne que la Méridienne, & fait toujours un angle avec elle, qui ne peut pas être plus grand que le complément de l'élévation du pôle. La ſouſtylaire eſt ſouvent appellée la *Méridienne du plan;* mais il ne faut pas la confondre avec la Méridienne qui marque 12 heures, qui s'appelle la *Méridienne du lieu.* Du reſte, la ſouſtylaire paſſe toujours par le centre du Cadran & le pied du ſtyle. Elle eſt la trace du Méridien qui ſe rencontre perpendiculaire au plan.

75. Le *centre du Cadran* eſt un point où vont aboutir toutes les lignes horaires, de même que l'axe. Quelquefois ce centre ſe trouve hors du plan, comme nous le verrons dans la ſuite.

76. L'*équinoxiale* eſt une ligne droite qui repréſente l'Equateur, & qui dans tous les Cadrans, fait toujours un angle droit avec la ſouſtylaire. Comme l'Equateur eſt la meſure & la regle du temps; c'eſt auſſi ſur cette ligne que l'on commence à trouver les points horaires. Cette ligne eſt d'un grand uſage dans la conſtruction des Cadrans.

77. Le *rayon équinoxial* ou de l'*Equateur*, eſt une ligne droite, menée de l'extrémité du Style au point où la ligne équinoxiale rencontre la ſouſtylaire.

78. On trace pluſieurs eſpeces de Cadrans ſur des ſurfaces planes; ils peuvent ſe réduire à trois eſpeces principales, le Cadran *horiſontal*, le *vertical* & l'*incliné*.

79. Le *Cadran horiſontal* eſt celui que l'on décrit ſur un plan parallele à l'horiſon. Comme ce Cadran peut être éclairé tout le temps que le Soleil demeure ſur notre horiſon, il peut marquer les heures pendant toute la journée: auſſi ſon uſage eſt-il plus étendu que celui de tous les autres.

80. Le *Cadran vertical* eſt celui que l'on trace ſur un plan vertical, comme eſt un mur à plomb. Entre les Cadrans verticaux, quatre ſont appellés *réguliers*, parce qu'ils ſont tournés directement vers un des quatre points cardinaux, ſçavoir, le *Midi* ou le *Sud*, le *Nord* ou le *Septentrion*, l'*Eſt* ou l'*Orient*, & l'*Oueſt* ou l'*Occident*. Ces quatre eſpeces de Cadrans ſont le *Méridional*, tourné vers le Midi; le *Septentrional*, vers le Nord ou le Septentrion; l'*Oriental*, vers l'Orient, & l'*Occidental*, qui eſt tourné vers l'Occident.

81. Les autres Cadrans verticaux ſont appellés *déclinans*, parce qu'ils ſont tournés obliquement vers le Midi ou le Septentrion. Si la face du mur, ſur lequel on veut tracer le Cadran, eſt obliquement tournée du Midi vers l'Orient, on dira que c'eſt un Cadran déclinant du Midi à l'Orient. Si le plan du

mur regarde obliquement l'Occident, & que cette face soit tournée quelque peu vers le Midi, ce sera un Cadran du Midi déclinant vers l'Occident. Il faut en dire de même des plans déclinans du Septentrion. Les Cadrans orientaux & occidentaux ne sont jamais déclinans, car ils ne seroient plus regardés comme orientaux ou occidentaux, mais comme méridionaux ou septentrionaux fort déclinans.

82. La *déclinaison d'un plan* consiste en ce que le plan fait des angles obliques avec le premier vertical. Les dégrés de déclinaison se comptent sur l'horison depuis le point du vrai Orient ou Occident, jusqu'au point de l'horison, où iroit toucher le plan, s'il étoit prolongé à l'infini.

83. Le *Cadran incliné* est celui qui fait deux angles obliques avec l'horison, l'un aigu & l'autre obtus. Le Cadran incliné est *supérieur* ou *inférieur*. Le supérieur est celui qui regarde le ciel, & l'inférieur regarde la terre. Parmi les Cadrans inclinés, il y en a deux principaux, l'*équinoxial* & le *polaire*.

84. Le *Cadran équinoxial* est celui dont le plan est parallele à l'Equateur, & fait par conséquent avec l'horison, un angle aigu égal à l'élévation de l'Equateur sur l'horison. Cette élévation de l'Equateur est toujours le complément de l'élévation du Pôle. Le Cadran équinoxial supérieur est tourné du côté du Septentrion, & l'inférieur vers le Midi.

85. Le *Cadran polaire* est celui qui se fait sur un plan parallele à l'axe de la Terre, & qui coupe perpendiculairement le Méridien du lieu. Le plan de ce Cadran fait avec l'horison un angle égal à l'élévation du Pôle à l'égard de ce lieu. On appelle en général *Cadrans polaires* tous ceux dont les plans sont paralleles à l'axe, quoiqu'ils ne soient pas perpendiculaires au Méridien. Tous les Cadrans paralleles à l'axe de la Terre, ne peuvent pas avoir de centre; les Cadrans orientaux & occidentaux sont aussi censés

paralleles à l'axe ; ainſi ils n'ont point de centre abſolument.

CHAPITRE II.

Inſtrumens néceſſaires à la conſtruction des Cadrans ſolaires.

86. Avec la ſcience la plus complette, & l'adreſſe la plus parfaite, on ne viendra jamais à bout de conſtruire, comme il faut, un Cadran ſolaire ſans inſtrumens. Nous indiquerons, dans ce Chapitre, ceux que l'on doit ſe procurer. Nous faiſons connoître la conſtruction des plus parfaits & des plus commodes, & qui ſont par conſéquent les plus chers. Nous en décrivons d'autres de moindres frais, pour ceux qui ſeront bien aiſes de ne pas dépenſer beaucoup, ou qui ne voudront faire qu'un Cadran. Il eſt cependant certain que plus les inſtrumens ſeront parfaits, plus les opérations ſeront exactes. La juſteſſe d'un Cadran dépend beaucoup de celle des inſtrumens.

87. L'étui ordinaire de Mathématiques eſt fort utile, du moins un compas de 6 pouces à pointes fines. On pourroit abſolument ſe ſervir d'un compas de fer, tel que ceux des Menuiſiers, en le choiſiſſant bien coulant ; il faut en rendre les pointes bien fines. Un compas d'un pied de long eſt encore néceſſaire. Ceux de cette eſpece étant fort chers, ſi on ne veut pas en faire la dépenſe, on pourra s'en procurer un de fer, tel que ceux des Tailleurs de pierres ou Charpentiers, appellés *fauſſes équerres* : les Serruriers les font. On a beſoin de prendre de grandes diſtances ; & les compas de plus d'un pied de long devenant fort peſans, ne ſont pas propres à operer avec juſteſſe, *Pl. 3. Fig. 6.*

Pl. 3. Il ſera bon d'avoir un ou deux compas à verge, dont nous donnerons la conſtruction vers la fin de ce Chapitre.

88. Il faut avoir grande attention à ſe procurer des regles bien droites, & de pluſieurs grandeurs. Les plus grandes de 8 ou 10, ou 12 pieds de longueur, doivent avoir au moins 4 pouces de largeur, ſur 7 ou 8 lignes d'épaiſſeur, & les plus courtes à proportion. Elles doivent être également larges & épaiſſes d'un bout à l'autre. On ſe ſouviendra toujours de faire repaſſer les regles, par un bon Menuiſier, avant que de s'en ſervir. Ces longues regles ſont ſujettes à ſe fauſſer; le ſoleil, la pluye, leur propre poids les gâtent : il faut les en garantir. Quelquefois elles ne ſont plus droites après un ou deux jours. Le ſapin eſt le bois le plus léger & le plus commode pour les grandes regles. On pourra faire les petites en bois plus ſolide.

89. Un bon niveau d'air eſt d'un grand ſecours pour tracer des lignes horiſontales, & pour poſer un Cadran horiſontal bien de niveau. *Voyez la*
Fig. 17. *Fig.* 17. Il eſt certain qu'avec un niveau de cette eſpece, quand il eſt bien ajuſté, on travaille avec une grande préciſion. Ceux qui ne voudront pas ſe le procurer, pourront ſe ſervir d'un niveau de bois ordinaire. On obſervera ſeulement qu'il ſoit récemment fait, que ſa ligne à plomb ſoit très-fine; & au lieu d'une ficelle pour ſuſpendre le plomb, on employera un fil de ſoye très-fin. On le fera faire plus élevé qu'à l'ordinaire, afin qu'il ſoit plus ſenſible à la vûe lorſqu'on s'en ſert; mais quelque ſoin que l'on prenne, ces ſortes de niveaux ne ſont pas long-temps juſtes, & rarement le ſont-ils aſſez pour faire les opérations avec préciſion.

90. On ne peut ſe paſſer d'un plomb de cuivre, dont l'extrémité inférieure ſoit terminée en pointe, qui doit être d'acier. Il doit être fait au tour, afin

que sa pointe soit bien au centre de sa pesanteur, & qu'elle se trouve dans la même ligne que la soye qui le suspend. On peut le faire en étain ou en plomb, pourvû que sa pointe soit toujours d'acier, & qu'il soit fait au tour. *Voyez la fig.* 18. *Pl.* 3. *Fig.* 18.

91. Il est nécessaire d'avoir un *faux style* pour prendre la déclinaison des plans verticaux. La fig. 19. le représente. La partie DE est la pointe que l'on enfonce dans le mur à coups de marteau, en frappant sur la tête F. Cette pointe doit avoir environ 6 pouces de longueur de D à E, sur 10 lignes en quarré vers la partie la plus grosse. La branche DKLI doit être soudée à la partie DFE, & porter deux coulisses IL, avec la vis V. La branche CGL entre en forme triangulaire dans les deux coulisses IL. A l'extrémité C de la branche LGC, on attache une plaque de fer ou de cuivre de 9 à 10 pouces de diametre, avec un trou de 3 lignes de diametre ou environ. L'extrémité C de la branche LGC se terminera en pointe assez déliée, & d'acier : on fera un petit trou sur le bout de cette pointe, qui aboutira au milieu du trou de la plaque, laquelle se posera par dessus le pli ou la courbure du bout de la branche, & s'y fixera avec deux vis. La plaque sera tant soit peu cambrée ou creuse, & posée à peu près parallelement au mur. Depuis la partie D jusqu'à H, on donnera 8 à 9 pouces; & depuis H jusqu'à C, 15 à 20 pouces. On ne manquera pas d'ôter la plaque lorsqu'on enfoncera le style dans le mur, pour ne pas risquer de rompre tout. Au reste, tout cet instrument doit être fait en fer, excepté la plaque qui sera mieux en cuivre. *Fig.* 19.

Telle est la construction du style le plus commode. On peut le faire avec moins de façon & de dépense, en retranchant les coulisses, & faisant toutes ses parties d'une seule piece, excepté la plaque.

Pour en faire un avec encore moins de frais, il

Pl. 3. faudroit le fabriquer en bois, avec un empatement, pour l'arrêter contre le mur avec des cloux, ou quelque pate de fer; mais il est à craindre que le Soleil ne fasse tourmenter le bois, après que l'on aura marqué le pied du style; en ce cas toutes les opérations étant défectueuses, on n'auroit pas la véritable déclinaison du plan. Une barrette de fer, comme celle des vitres, un peu courbée vers le bout, & terminée en pointe émoussée, pourra suffire. On la scellera dans le mur par l'autre extrémité, & on se servira de son sommet comme du trou de la plaque.

92. Un autre faux style est nécessaire pour tracer *Fig.* 20. une Méridienne horisontale. Ce faux style doit pouvoir se tenir debout ou verticalement sur un plan horisontal; c'est pourquoi on y fera dans la partie inférieure un empatement suffisant, pour qu'il puisse se soutenir sans tomber; on pourra faire trois trous sur cet empatement ou plaque, afin de l'arrêter, s'il est besoin; du reste, on le fera à coulisse ou sans coulisse, comme l'on voudra. On sent assez qu'étant à coulisse, il est bien plus commode. Le bout supérieur sera recourbé pour porter horisontalement sa plaque percée, qui pourra avoir 5 ou 6 pouces de diametre, avec un trou d'une ligne ou une ligne & demie de diametre. Ce faux style aura 12 à 15 pouces de haut: il doit être tout en fer, excepté la plaque *Fig.* 20. percée. *Voyez la fig.* 20.

On peut faire construire ce faux style en bois, & faire la plaque percée en étain ou en fer blanc: mais le bois risque de se tourmenter pendant l'opération. Cependant si on le faisoit bien fort, il n'y auroit pas tant à craindre. On fait, si l'on veut, ce faux style avec une barrette de fer, à pointe émoussée & recourbée. On peut le faire tenir sur un pied de bois, ou le planter dans le plan. On pourroit ajuster à son extrémité supérieure une plaque, ou de fer fort mince, ou de fer blanc, ou même de plomb. Les

opérations sont plus justes quand on se sert d'une plaque percée, qu'en prenant des points d'ombre d'une pointe émoussée. *Pl. 3.*

93. La figure 21. représente une *double équerre* de bois absolument nécessaire, pour poser les axes des Cadrans verticaux. AB est une regle d'environ 3 pieds de long, sur 3 ou 4 pouces de large, sur laquelle est assemblée la regle CD, qui aura 3 ou 4, ou 5 pieds, ou même davantage de hauteur; on y assemblera une écharpe de chaque côté, pour que la regle CD ne penche ni d'un côté, ni d'autre. On tracera la ligne CD parfaitement à angles droits sur la ligne AB, qui est la base. L'on mettra deux pointes de fer de 3 ou 4 lignes de saillie dans la vive arête du bord antérieur de la base AB, à égale distance de C. Il faudra couder ces pointes, afin qu'elles se trouvent précisément sur le bord. Elles servent pour empêcher l'instrument de glisser, lorsqu'on l'applique contre la muraille. Tout le bois aura environ un pouce d'épaisseur. Le sapin est fort propre pour cela. *Fig. 21.*

On peut faire la double équerre plus petite ou plus grande, selon que le Cadran ou l'axe sera grand ou petit.

94. La figure 22. représente une *triple équerre* de bois, pour servir à poser les axes des Cadrans verticaux sans centre. La figure fait assez voir sa construction. On mettra également deux pointes à sa partie antérieure aux endroits A & B, & une autre sur le derriere en E. On fera attention que la ligne CD soit parfaitement perpendiculaire à la ligne AB de la base, & à CE. *Fig. 22.*

95. L'instrument le plus commode & même le plus essentiel pour travailler avec toute la précision, la facilité & la diligence que l'on peut souhaiter, est un *compas à verge*, dont nous allons donner la construction assez au long. *Voyez en la fig. pl. 4. fig. 23.* *Pl. 4.* *Fig. 23.*

Sa principale piece eſt une regle de laiton de 4 ou 5 pieds de longueur ; de 4 à 5 lignes d'épaiſſeur, ſur environ 8 lignes de largeur. Si cette regle eſt de bois, on peut la faire de 7 à 8 lignes d'épaiſſeur, ſur 15 lignes de largeur, d'un bois bien ſec & d'un grain très-fin, comme de poirier, cormier, ébene, ou d'autres bois de l'Amérique, qui ſont très-durs & non poreux ; le buis eſt encore fort bon pour cela. Que cette regle ſoit bien dreſſée, & furtout égale d'un bout à l'autre. On fixera à chaque bout une virole de cuivre, qui n'excede point la groſſeur de la regle ; cette virole conſervera les bouts de la regle, pour qu'ils ne s'écornent point.

Pl. 5. *Fig.* 24. On fera deux boëtes de cuivre jaune ou laiton, d'environ 3 pouces de longueur de A en B. Comme la fig. 24. repréſente ces boëtes dans toute leur grandeur, les dimenſions de toutes ſes parties ſeront plus faciles à être connues. Il eſt eſſentiel que la partie antérieure EBDC ſoit exactement à angles droits avec le fond, ou la baſe MN ; de ſorte que la regle étant dans les deux boëtes, & les approchant l'une de l'autre, elles ſe touchent dans toute leur partie antérieure, depuis E juſqu'à D. On poſe un reſſort dans le dedans de la partie ſupérieure EG, & dans toute la largeur de la boëte, lequel ſera arrêté par le bout E, au moyen d'une vis que l'on mettra en dehors ; de ſorte que le reſſort faiſant une ligne courbe, comme on l'apperçoit en L, ſe redreſſe quand la regle eſt dans la boëte, & a la liberté de s'allonger par le bout G. Il doit être fort, afin qu'il tienne toujours le fond MN de la boëte bien appliqué contre la regle. Ce reſſort ſera de laiton comme la boëte, mais bien *écroui.* Dans la partie ſupérieure de la boëte il y aura une éminence O de laiton, où il y aura un trou en vis pour recevoir la vis H, laquelle preſſera ſur le reſſort pour arrêter la boëte, lorſqu'il en ſera beſoin. En général toutes les vis doivent être d'acier.

La pointe D ſera d'acier, & inſérée dans le maſſif de laiton P, dans lequel il y aura un trou triangulaire, dont une face regarde la vis K; par conſéquent la pointe D aura ſon tenon I également triangulaire dans toute ſa longueur. Vis-à-vis l'endroit où la vis K fait ſa preſſion ſur le tenon, on fera un commencement de trou dans le tenon, afin que la pointe D ſoit bien fixe dans ſa place. Le bout de la pointe D ſera trempé, pour qu'il ne s'émouſſe pas aiſément; il faut faire attention que les boëtes ſoient bien ajuſtées ſur la regle, qu'elles coulent aiſément ſans balloter. On fera deux garnitures de pointes, dont une paire ſera fine & déliée pour travailler ſur le papier, ou pour faire des diviſions exactes; & l'autre paire ſera plus forte pour s'en ſervir ſur le mur & ſur le plancher, lorſqu'il en ſera beſoin. Le laiton dont on conſtruira ces boëtes doit avoir une demi-ligne d'épaiſſeur tout fini & travaillé. *Pl. 5.*

Voici deux mots d'inſtruction pour ceux qui ſeront bien aiſes d'exécuter eux-mêmes ces boëtes. Un Fondeur leur fondra une boëte de 6 pouces de long, creuſe, en bon laiton bien doux & jaune, de la meilleure qualité. Celui que l'on achete en gros fil eſt le meilleur. Après qu'on aura bien limé le dedans de la boëte, pour en ôter toutes les aſpérités & les impreſſions du feu & du ſable de la fonte, on y introduira à force & à bon coups de marteau, une regle de fer qu'on appelle un *Mandrin*, de 7 à 8 pouces de longueur, & de la même épaiſſeur que celle de bois, mais un peu plus large; du reſte bien limée & bien dreſſée; on frottera d'huile ce mandrin de fer, afin qu'il entre plus facilement. On fera bien de ne faire la regle de bois qu'après que les boëtes ſeront finies; on s'épargnera par-là bien du travail. Quand le mandrin ſera entierement dans la boëte, on l'écrouira doucement d'un bout à l'autre ſur les *Fig. 24.*

Pl. 5. quatre faces, prenant garde de ne pas gâter les parties O & P. Quand la boëte sera écrouie par-tout, on ôtera le mandrin, & on le remettra dans la boëte dans un autre sens. On le forcera ainsi à entrer dans la boëte en plusieurs sens différens, afin que le dedans soit bien dressé & régulier. Il est nécessaire qu'il soit ainsi, parce qu'on est obligé de changer souvent la situation des boëtes sur la regle. En remettant plusieurs fois le mandrin dans la boëte, il ne faut plus frapper dessus; on rendroit par-là son dedans irrégulier.

La boëte étant bien écrouie, & son dedans bien dressé par l'opération précédente, on la sciera en travers au milieu pour en faire les deux boëtes. On fera un trou, au moyen d'un foret, dans le massif P, qui doit être percé entierement jusqu'au dedans de la boëte. Le trou étant fait on le rendra triangulaire, en le limant avec une lime à tiers point; après quoi on y introduira à coups de marteau, un mandrin d'acier trempé & triangulaire, de 12 à 15 lignes de longueur, en observant qu'une arête du triangle regarde la partie antérieure P de la boëte, & une face du même triangle du côté de la vis; & de peur qu'en introduisant ainsi à force ce petit mandrin, qui sera tant soit peu plus gros du bout qui supporte les coups de marteau que de l'autre, la boëte ne se fausse, on mettra dans la boëte le gros mandrin, en l'introduisant par le bout GN, & ne le faisant arriver que jusqu'au bord du trou triangulaire. On aura soin de *Fig. 24.* mettre de l'huile au petit mandrin, lequel on retirera plusieurs fois, & on le remettra en changeant toujours sa situation, l'enfonçant peu à peu. Le trou triangulaire étant fait, on ajustera la pointe D, & on limera son tenon pour qu'il aille bien juste dans son trou, & que la pointe joigne bien tout autour de son assemblage.

Cela fait, on retirera la pointe, & on fera le trou

en vis au derriere du maſſif, & la vis étant faite on remettra la pointe dans ſa place, & on enfoncera la vis K, qui fera une marque ſur le tenon I de la pointe D. On retirera un peu la vis; on ôtera la pointe, & on commencera un trou ſur l'endroit du tenon I, que la vis aura marqué, & encore tant ſoit peu plus bas, afin que l'effort de la vis attire toujours la pointe vers ſon aſſemblage. *Pl. 5.*

Le reſſort EG ſera très-bien écroui, & auſſi épais que tout le laiton de la boëte. On le fera auſſi large que la place pourra le permettre, & on l'arrêtera avec la vis E. On limera enſuite tout le dehors de la boëte enſemble avec la pointe; on la dreſſera bien de par-tout, & ſurtout la partie antérieure PCD. Pour cet effet on mettra de temps en temps la regle dans la boëte, le reſſort y étant; & on préſentera un équerre bien juſte, qui d'un côté doit toucher tout de long depuis E juſqu'à D, & de l'autre côté doit aller le long de la regle; il faut préſenter cette équerre deſſous & deſſus, en faire autant à l'autre boëte, les faire approcher l'une de l'autre. Lorſque l'on verra que cette partie des boëtes ſera bien ajuſtée, on achevera de limer tout le reſte; & après avoir trempé le bout des pointes, on finira le tout avec les limes douces. Enſuite on adoucira tout l'ouvrage avec la pierre à l'eau, ou, ſi on n'en a point, on ſe ſervira de la pierre ponce broyée; & avec un bâton de ſaule bien plat & bien uni & de l'huile, on frottera tout l'ouvrage, juſqu'à ce qu'il n'y paroiſſe aucun trait de lime, obſervant d'employer très-peu de pierre ponce. L'ouvrage ainſi bien adouci, on lui donnera le luſtre. Pour cela, on raclera avec un couteau une pierre de tripoli; on prendra cette poudre, que l'on employera, comme la pierre ponce, avec de l'huile, & un bâton de ſaule bien dreſſé: mais il eſt eſſentiel d'employer très-peu de tripoli. La groſſeur d'une ou deux lentilles ſuffit pour chaque boëte. Si on en

Pl. 5. employe davantage, on risque de ne jamais donner aucun lustre. On frottera bien toute la piece en dedans & en dehors avec un linge usé & net, & toute la piece sera finie.

Si on aime mieux faire les boëtes avec du laiton en plaque, on pourra le plier en trois parties pour faire les trois faces de la boëte, & assembler la quatrieme pour faire la quatrieme face: on la soudera avec la soudure de zin, ou la soudure d'argent au *quatre;* ou bien faire la boëte en deux pieces, qui seront pliées pour faire les deux faces, les assembler & les souder; ou encore assembler les quatre faces & les souder. Mais il faut toujours souder en même tems, & tout à la fois, le massif P & l'éminence O. Quand on a soudé la piece, on lime le dedans, on y introduit le mandrin, & on fait tout le reste, comme nous avons dit ci-dessus.

Il faut remarquer, si on fait la regle de laiton, de ne pas passer les dimensions que nous en avons données au commencement de cet article; si on la faisoit plus grosse, elle seroit trop pesante, & on ne pourroit pas s'en servir. Un compas à verge est toujours meilleur tout en laiton, que lorsqu'il y a une regle de bois, parce que les divisions que l'on fait sur le laiton peuvent être plus exactes.

Il ne suffit pas d'avoir un compas à verge très-bien fait; son usage seroit trop borné: il est donc nécessaire de faire certaines divisions le long de la regle, qui sont d'un usage continuel & indispensable dans l'exécution des meilleures regles de la Gnomonique. Nous allons parler de ces divisions dans l'article suivant.

Pl. 5. *Fig.* 25. 96. Il faut en premier lieu faire une *échelle géométrique des parties égales* sur un côté de la regle du compas à verge. On prend pour cela une des grandes faces, sur laquelle on tirera, par le moyen d'un *trusquin*, une ligne d'un bout à l'autre, à demi

ligne du bord. Cette ligne AC ſera à trois pouces du bout, (qu'il faut laiſſer pour la place d'une des boëtes), on tirera la perpendiculaire AB. On prendra avec un compas à vis, court & fort, dont les pointes ſeront fines & très-aigues, on prendra, dis-je, ſur un pied de Roi une ouverture de 18 lignes, que l'on portera ſur la regle le long de la ligne depuis A juſqu'à l'autre bout de la regle, autant de fois qu'il pourra y en entrer. On marquera ces points très-petits & fort légerement : on ne fera point tourner le compas pour aller d'un point à l'autre; mais le levant à chaque fois, on mettra une pointe ſur le dernier point que l'on aura fait, & avec l'autre pointe on marquera le ſuivant, ainſi des autres. La ligne parallele du bord, le long de laquelle on marque les points dont nous parlons, doit être très-légere & très-fine, de même que la perpendiculaire AB; enſuite avec le truſquin on tracera à demi ligne de l'autre bord de la regle une autre ligne BD très-légere, ſemblable à la premiere, en appliquant ou en appuyant le truſquin du même côté que lorſqu'on a tracé la premiere ligne. Cela fait, on tracera par le moyen d'une équerre & d'une pointe très-fine & très-aigue, des perpendiculaires ſur tous les points que l'on a faits, enfonçant un peu fort la pointe qui doit être d'acier trempé. Toutes les lignes doivent être très-fines, mais gravées aſſez profondément. Afin de tracer toutes ces perpendiculaires EF, GH, CD, IK, &c. avec exactitude, on commencera par mettre la pointe au milieu du point; on approchera l'équerre juſqu'à ce qu'elle touche la pointe, & tenant la pointe dans la même ſituation, on la pouſſera juſqu'à l'autre parallele BD, y revenant deux fois, ſi on croit n'avoir pas aſſez gravé la premiere fois.

Pl. 5. *Fig.* 25.

On diviſera chaque centaine, qui eſt l'eſpace d'une perpendiculaire à l'autre, en deux parties égales, tou-

Pl. 5. jours par des points très-fins, & chaque espace restant en cinq parties égales; de sorte que chaque centaine se trouvera divisée en 10 parties égales. On en fera autant sur l'autre parallele BD. C'est dans ces divisions où il ne faut pas plaindre le temps, puisqu'elles doivent être très-exactes. On tirera des obliques de *a* en *b*, de *c* en *d*, de *e* en *f*, de *g* en *h*, de *i* en *k*, de *l* en *m*, de *n* en *o*, de *p* en *q*, de *r* en *s*, de *t* en F, & de même à toutes les centaines d'un bout à l'autre, gravant ces obliques comme les perpendiculaires. Comme il seroit trop difficile de tracer ces obliques en se servant d'une regle, on fera en cuivre ou en bois dur une équerre exprès qui fasse l'angle d'une oblique. En ce cas, il ne sera pas nécessaire de transporter sur l'autre ligne parallele BD, les dixaines que l'on a marquées sur la premiere parallele AC.

Fig. 25.

On divisera la premiere perpendiculaire AB en dix parties égales, d'abord en deux, puis chaque moitié en cinq parties égales, toujours par des points très-fins; & avec un trusquin, l'appuyant toujours du même côté qu'au commencement, on tirera des paralleles d'un bout à l'autre, qui passent exactement sur tous ces points. On les gravera profondément & finement comme les perpendiculaires; on repassera les premieres paralleles qui ont été marquées très-légerement, de même que la premiere parallele, & l'échelle géométrique des parties égales se trouvera divisée.

Il reste donc sur un bout de la regle un espace de trois pouces, qui est la place d'une des boëtes, sans aucune division. On verra que dans la pratique il est quelquefois nécessaire que l'échelle soit continuée jusqu'au bout; ainsi on fera fort bien de le faire, pourvû que la premiere centaine commence toujours, comme nous l'avons dit, après les trois pouces du bout.

Pour

Pour marquer les chiffres convenables ſur les diviſions, on mettra ſur la ſeconde perpendiculaire EF, 100; ſur GH, 200; ſur CD, 300; ainſi du reſte. Les autres chiffres ſe mettront comme on le voit ſur la figure. Tous ces chiffres s'impriment par un petit coup de marteau avec des chiffres d'acier, en maniere de poinçon. Il ne faut pas oublier d'ôter tous les petits coupeaux ou bavures qui s'élevent quand on grave ſur le bois avec des pointes : ce qui ſera aiſé à faire avec un ciſeau de Menuiſier qui coupe bien; mais il ne faut pas gratter ni racler, parce que la gravure ſe rempliroit. *Pl. 5.*

Nous avons ſuppoſé que les diviſions ſe faiſoient ſur une regle de bois; mais ſi on les fait ſur le laiton, il faut mettre au truſquin une pointe d'acier trempé, dont le bout ſoit aiguiſé en grain d'orge, afin qu'il coupe; & au lieu d'imprimer les chiffres par un coup de marteau, on les gravera au burin; & avec une pointe qui coupe, & qui ſoit aiguiſée comme le coin du tranchant d'un ciſeau de Menuiſier, on gravera toutes les obliques. Il eſt néceſſaire que la regle de laiton ſoit bien adoucie avant que de la diviſer, afin que l'on puiſſe diſtinguer les plus petits points. Il ne faut pas manquer d'aiguiſer de temps en temps, ſoit les ſimples pointes pour le bois, ſoit les pointes tranchantes pour le laiton. Comme l'échelle des parties égales eſt le fondement de celle des cordes, & que l'on ne peut conſtruire l'*échelle des cordes* qu'en connoiſſant celle des parties égales, nous allons expliquer comment on y trouve tous les nombres des parties que l'on ſouhaite. *Fig. 25.*

Depuis 0 juſqu'au chiffre 100, qui eſt la premiere perpendiculaire, il y a 100 parties; juſqu'à la ſuivante il y en a 200; à celle qui vient après 300; ainſi des autres. Chaque centaine étant diviſée en dix parties, chaque diviſion repréſente 10, ou une dixaine. Les obliques qui coupent les longues pa-

ralleles au nombre de dix, font voir toutes les unités. On voit, par exemple, qu'à l'extrémité de la perpendiculaire, où il y a 100, une oblique y touche d'un bout; mais elle n'y touche point sur la premiere parallele : aussi ce point où l'oblique coupe la parallele, marque une unité; par conséquent c'est 101. La même oblique, en avançant, se trouve un peu plus écartée de la perpendiculaire, étant sur la seconde parallele; c'est 102 : ainsi des autres. Semblablement la seconde oblique étant confondue avec le point de la premiere dixaine, ne marque que 110; mais à la premiere parallele elle donne 111, & ainsi des autres. On met donc une boëte que l'on fixe sur 0, la premiere perpendiculaire, & on fait couler l'autre sur le point où l'oblique en question coupe cette parallele. Par exemple, on a besoin d'une distance de 246 parties: la premiere boëte étant à zéro sur la premiere perpendiculaire, on fait couler la seconde après 200, où la quatrieme oblique coupe la sixieme parallele, & là on fixe la seconde boëte. Le chiffre 5, tant de fois répété sur la cinquieme parallele, sert à compter plus facilement & plus promptement les autres paralleles. Les nombres 30, 60, 90 servent également à compter plus promptement les dixaines. Nous ajouterons encore deux exemples, afin que l'on ne trouve plus aucune difficulté. On veut trouver le nombre 1. il est au point d'intersection de la premiere oblique & de la premiere parallele, après la premiere perpendiculaire. On demande le nombre 37, on le trouvera au point où la 3e oblique coupe la septieme parallele, après la premiere perpendiculaire; ainsi des autres.

97. Venons présentement à la division des échelles des cordes. Comme il reste encore trois faces sur la regle du compas à verge, l'on pourra y tracer trois échelles des cordes, dont on comprendra dans la suite l'utilité, la commodité & même la nécessité.

Les échelles des cordes feront de différentes longueurs, & ferviront pour les differentes grandeurs des Cadrans que l'on aura à faire. La plus petite fera de 2000 parties de rayon, qui font 30 pouces fur l'échelle des parties égales. La feconde fera de 3000 parties de rayon, qui font 45 pouces fur l'échelle des parties égales; & la troifieme fera de 4000 parties de rayon, qui font 60 pouces ou 5 pieds fur l'échelle des parties égales. On mettra la plus petite échelle des cordes, qui eft celle de 2000 parties de rayon fur la grande face de la regle du compas à verge, & les deux autres échelles des cordes fur les deux petites faces.

On trouve à la fin de ce Traité une Table faite exprès pour les divifions des échelles des cordes, par ce moyen on les conftruira avec beaucoup de facilité. Suppofons donc que l'on veuille tracer celle de 2000 parties de rayon fur la grande face de la regle du compas à verge. On fixera la premiere boëte fur la premiere perpendiculaire, où commence la premiere unité des parties égales, marquée o, de façon que le bord antérieur foit tourné vers la longueur de la regle. La boëte ainfi fixée, tracez le long du bord de la boëte du côté oppofé aux parties égales, une perpendiculaire : faites couler la feconde boëte de façon que fon côté antérieur où eft la pointe, foit tourné du côté de la premiere boëte, & fixez-la, pour le premier dégré, au nombre 34 & 9 dixiemes, que vous trouverez à la Table, & tirez une perpendiculaire le long du bord de cette feconde boëte du côté oppofé à l'échelle des parties égales. Pour le fecond dégré, vous trouverez dans la Table 69 parties & 8 dixiemes: fixez la feconde boëte à ce nombre fur les parties égales, & de l'autre côté tracez une perpendiculaire le long du bord de cette feconde boëte. Pour le troifieme dégré, vous trouverez dans la Table 104 & 7 dixie-

Pl. 3. mes : vous y fixerez la ſeconde boëte, & vous tirerez une perpendiculaire. Continuez ainſi de dégré en dégré juſqu'à 90 dégrés, ſi la regle eſt aſſez longue. Si elle ne l'eſt pas, il ſuffira de tracer chaque échelle juſqu'à 60 degrés ſeulement.

Toutes les perpendiculaires pour chaque degré étant tracées, & aſſez profondément gravées par une pointe bien fine, on ôtera les boëtes de la regle : on diviſera ſa largeur en 10 parties égales, comme on a fait de l'autre côté, & on tracera également les dix paralleles, ou, pour mieux dire, onze, qui font dix eſpaces égaux. Et après avoir diviſé chaque dégré en trois parties, on tirera deux obliques entre chaque dégré, & on aura une échelle des cordes diviſée de deux en deux minutes. On poſera les *Fig.* 15. chiffres de 5 en 5 dégrés, comme 5, 10, 15, 20, &c.

On s'y prendra de même pour les autres échelles, que l'on tracera, comme nous l'avons dit, ſur les deux autres faces de la regle ; mais quand on ſera vers le fond ou le bout de la regle, on ôtera la ſeconde boëte, & on la tournera du côté oppoſé, de façon que ſon bord antérieur ſoit oppoſé à celui de l'autre boëte. De cette maniere on profitera de toute la longueur de la regle.

Il eſt à remarquer, par rapport aux dixiemes dont nous venons de parler, comme quand nous avons dit que la corde de deux dégrés eſt 69 & 8 dixiemes, que l'on ſuppoſe une unité diviſée en 10 parties égales; ainſi ces 8 dixiemes ſont parties des dix qui diviſent l'unité. Si on trouve 5 dixiemes, cela veut dire la moitié d'une unité ; ſi c'eſt 9 dixiemes, c'eſt preſque l'unité entiere.

L'uſage de l'échelle des cordes eſt tel, que ſi l'on veut faire un angle de tant de dégrés, par exemple de 36°, on commencera par faire un arc dont le rayon ſoit de 1000 parties, ou 2000, ou 3000, ou 4000

parties, ſelon la grandeur du plan ſur lequel on veut faire l'angle; ou, pour mieux dire, on fixe la premiere boëte au commencement de l'échelle dont on veut ſe ſervir, & on fixe l'autre boëte ſur le 60e dégré : avec cette diſtance on trace un arc, après quoi on fait couler la ſeconde boëte ſur le 36e degré, & on porte cet eſpace ſur l'arc, qui marquera le point par où doit paſſer la ligne qui fera l'angle requis. Si on veut un angle de 75 dégrés, & qu'il n'y en ait que 60 ſur l'échelle des cordes, on fera également l'arc dont le rayon ſoit de 60°, & on portera ce même eſpace de 60° ſur l'arc; après quoi on mettra la boëte ſur 15 degrés, & on ajoutera cet eſpace de 15° ſur l'arc. Il faut obſerver que ces 15 dégrés doivent être pris toujours au commencement de l'échelle, & non ailleurs. Il en eſt de même ſi l'on vouloit faire un angle de 100 dégrés, on porteroit ſur l'arc deux fois 50°; ainſi des autres.

Si l'on veut ſçavoir de combien de dégrés eſt un angle déjà fait, on y décrira un arc dont le centre ſoit au ſommet, & dont le rayon ſoit toujours de 60°; & enſuite une boëte demeurant fixe au commencement de l'échelle, on fera couler l'autre juſqu'à ce que les deux pointes des boëtes conviennent ſur les points d'interſection de l'arc avec les deux côtés qui forment l'angle, & on verra ſur quel dégré on a arrêté la ſeconde boëte; ce qui montrera la valeur de cet angle.

Les échelles des parties égales étant finies de même que celles des cordes, on noircira la gravure, afin qu'elle ſoit plus ſenſible. On pourra pour cela conſulter des ouvriers; mais en attendant qu'on le faſſe mieux, voici comment je l'ai pratiqué. J'ai noirci en entier les quatre faces de la regle avec l'encre de la Chine; lorſque le tout a été bien ſec, j'ai emporté peu à peu tout ce noir avec une lime médiocrement fine & neuve, en la paſſant légerement tout

de long de la regle, tenant la longueur de la lime (ſans manche), appliquée ſelon la longueur de la regle. Après avoir ainſi ôté tout le noir, j'ai frotté la regle avec de la prêle bien ſéche, pour ôter tous les petits traits de la lime. Lorſque la regle a été bien unie, je l'ai mouillée avec de l'huile graſſe de noix ou de lin, & je l'ai frottée doucement avec un linge. Je n'ai plus touché la regle juſqu'à ce que cette huile ait été bien ſéche. Cette maniere m'a aſſez bien réuſſi. On ne peut point ſe ſervir de l'encre ordinaire, parce qu'elle pénetre ſi fort qu'elle groſſit tous les traits; & d'ailleurs on ſeroit obligé de diminuer la groſſeur de la regle. On peut eſſayer de ſe ſervir de l'orcanette, qui eſt une racine. On la fait bouillir dans de l'huile : on frotte toute la regle avec cette huile, enſuite on eſſuye le tout. Cette maniere ſeroit plus facile : on dit que l'on réuſſira bien ainſi.

Ceux qui ne voudront pas ſe procurer un compas à verge, tel que nous venons de le décrire, pourront en faire faire un par le Menuiſier, comme ils ont coutume de le faire pour eux-mêmes avec les boëtes de bois, qui s'arrêteront par une clef comme leurs truſquins. Cet inſtrument ſera toujours beaucoup plus commode pour les grandes meſures que les grands compas ordinaires. En ce cas, comme une échelle de parties égales eſt abſolument néceſſaire, on en tracera une ſur une regle de 4 ou 5, ou 6 pieds de long, ſur 3 pouces de large, & 5 à 6 lignes d'épaiſſeur; cette regle ſera de noyer & bien unie. On tracera donc l'échelle des parties égales, comme nous l'avons enſeigné ci-deſſus, avec cette différence qu'il ne ſera point néceſſaire de tracer ni dixaines, ni obliques, excepté ſur la premiere centaine. Il n'y aura que les paralleles d'un bout à l'autre, & les perpendiculaires qui marqueront les centaines. Toutes les échelles des parties égales qui

Pl. 4. Fig. 26.

ſont dans tous les étuis de Mathématiques, ſe diviſent de cette maniere. On peut ſe ſervir de celles-ci pour les petits Cadrans ſolaires horiſontaux ou portatifs. Sur ces ſimples échelles on prend le nombre des parties & diſtances dont on a beſoin avec un compas ordinaire, ou ſi la diſtance eſt grande, avec un compas à verge. On peut auſſi faire des angles tels que l'on voudra par l'échelle des parties égales; mais on eſt obligé de faire un petit calcul pour chacun, ce qui n'eſt pas ſi commode, ni ſi expéditif qu'une échelle des cordes. Ceux qui ne voudront faire qu'un Cadran, pourront le tracer en ſe ſervant de la ſimple échelle des parties égales. Nous expliquerons plus particulierement, dans le Chapitre ſuivant, l'uſage des échelles des parties égales & des cordes. *Pl.* 3.

La figure 15 repréſente partie d'une échelle des cordes, dont le rayon n'eſt que de 1000 parties, leſquelles 1000 parties ſont ſuppoſées avoir 15 pouces de long. On y verra 15 paralleles, parce que les dégrés n'étant diviſés qu'en deux, il a fallu 15 paralleles pour avoir les minutes de deux en deux. *Fig.* 15.

CHAPITRE III.

Calcul dont on ſe ſervira dans ce Traité de Gnomonique.

VOICI le troiſieme & dernier Chapitre préparatoire: il demande le plus d'attention; c'eſt celui-ci à l'égard duquel il faut ſuivre plus particulierement l'avis que nous avons donné au commencement, de lire avec la plume à la main, & avoir le livre des Tables préſent. Il ne faut pas paſſer outre qu'on ne l'ait bien conçu, parce qu'il eſt le fonde-

ment de toutes les meilleures manieres de tracer les Cadrans ſolaires, qui ſont celles qui s'exécutent par le calcul. Nous le diviſerons en trois Sections : la premiere traitera de la connoiſſance des Tables des ſinus, tangentes, de leurs logarithmes & des logarithmes des nombres naturels; dans la ſeconde nous en enſeignerons l'uſage; & la troiſieme fera connoître l'uſage des échelles, dont nous avons donné la conſtruction dans le Chapitre précedent.

SECTION PREMIERE.

Connoiſſance des Tables des Sinus, des Tangentes, de leurs Logarithmes & des Logarithmes des nombres naturels.

ON trouve dans pluſieurs livres les Tables des ſinus, tangentes, &c. Celui qui eſt le plus commode, & qui coûte le moins, eſt le Traité de Trigonométrie rectiligne & ſphérique de M. Oſanam, *in*-8°, édition de Paris, 1741. Il y a beaucoup de fautes qu'il ne faut pas manquer de corriger avec ſoin, conformément à l'*Errata* qui y eſt joint. L'impreſſion d'ailleurs eſt belle : c'eſt donc de ces Tables & de leur arrangement dont nous entendrons parler; car chaque Auteur les arrange ou les diſpoſe à ſa façon.

98. Pour ſçavoir ſe ſervir de ces Tables, il en faut bien remarquer la diſpoſition; voici celle des ſinus, des tangentes & de leurs logarithmes. Chaque page à gauche contient ſix colomnes de haut en bas : dans la premiere à gauche ſont les minutes de dégré; la ſeconde colomne contient les ſinus naturels; la troiſieme, les tangentes naturelles; la quatrieme, les ſécantes naturelles; la cinquieme, les logarithmes

ſinus ; & la ſixieme, les logarithmes tangentes. En tête de la même page, on trouve le dégré dont il s'agit dans cette page. Chaque page à gauche contient un demi-dégré, ou 30 minutes ; de ſorte qu'il faut deux pages de ſuite à gauche pour faire un dégré entier. *Pl. 3*

Chaque page à droite eſt également compoſée de ſix colonnes, dont la premiere contient les minutes ; la ſeconde, les ſinus naturels ; la troiſieme, les tangentes naturelles ; la quatrieme, les ſécantes naturelles ; la cinquieme, les logarithmes ſinus ; & la ſixieme, les logarithmes tangentes. On trouve le degré en tête de la même page.

99. Nous ne parlerons point de la théorie des ſinus & tangentes, ni des logarithmes ; cela appartient à la Trigonométrie, dont nous ne traiterons point. Ceux qui ſouhaiteront connoître cette théorie, pourront la voir dans le Traité de Trigonométrie de M. Oſonam, ou de M. Déparcieux, ou de M. Rivart, &c. Nous avons ſeulement donné une légere notion des ſinus & tangentes, art. 25, 26, 27, 28, 29, 30. Nous ne prétendons qu'enſeigner à ſe ſervir des Tables toutes calculées. Nous remarquerons ſeulement que l'on dit *ſinus naturel, tangente naturelle*, pour les diſtinguer du *logarithme ſinus*, du *logarithme tangente*. Quand nous dirons ſimplement *ſinus* ou *tangente*, il faudra toujours entendre *ſinus naturel*, ou *tangente naturelle :* mais lorſqu'il s'agira des logarithmes ſinus ou logarithmes tangentes, nous dirons toujours *log. ſinus*, ou *log. tangente*, ou quelquefois *ſinus log.* ou *tangente log.* On appelle auſſi le *log. ſinus*, *ſinus artificiel*, ou *tangente artificielle*.

100. Nous avons expliqué ce que c'eſt que *complément*, & ce que c'eſt que *ſupplément*, art. 23 & 24. Nous ajouterons ici un exemple pour le faire mieux entendre, afin qu'on ne confonde jamais ces

deux termes. Le *complément* de 22° 18′ est 67° 42′, parce que 67° 42′ est précisément ce qui manque à 22° 18′ pour faire 90°; ou ce sera la même chose de dire que 22° 18′, ajoutez à 67° 42′, font la somme de 90°.

Le *supplément* est ce qui manque ou ce qu'il faut ajouter pour faire 180°; ainsi le *supplément* de 55° 14′ est 124° 46′; car 55° 14′ étant ajoutés à 120° 46′ font 180°. De même 55° 14′ font le *supplément* 124° 46′.

101. Chaque page à droite contient donc le *complément* des dégrés & minutes de la page à gauche, & réciproquement chaque page à gauche contient le *complément* des degrés & minutes de la page à droite; ce qui se trouve toujours vis-à-vis. Par exemple, dans la page à gauche on voit en tête 22°, dans la premiere colomne on trouvera 18′, on voit son sinus dans la seconde colomne; sa tangente dans la troisieme; sa sécante dans la quatrieme; son log. sinus dans la cinquieme, & son log. tangente dans la sixieme; le tout est dans la même ligne & vis-à-vis. Dans la page suivante à droite, on trouve en tête 67°, qui est le complément de 22° en y ajoutant les 42′, ensemble les 18′ qui sont vis-à-vis à la page à gauche; de sorte que les 22° 18′, & 67° 42′ minutes ne font qu'une même ligne, quoique dans deux pages différentes. Il faut ajouter aussi que dans la page à droite où est en tête 67°, on trouve vis-à-vis les 42′ qui sont à la premiere colomne, son sinus, sa tangente, sa sécante, son log. sinus, son log. tangente aux colomnes 2, 3, 4, 5 & 6, comme à la page à gauche.

102. A la derniere page à gauche, qui a en tête 44 degrés, finit le 44e degré, là où il y a 60 minutes: ce qui fait le commencement du 45e dégré. Le fond de la page à droite commence le 45e dégré, & le continue en montant, & par conséquent en

rétrogradant. Cet ordre rétrograde eſt néceſſaire pour que les dégrés & minutes ſe trouvent toujours vis-à-vis leurs complémens.

103. Il ſuit de ce que nous venons de dire, que lorſqu'on voudra trouver quelque dégré & minute au deſſous de 45°, on les cherchera toujours dans les pages à gauche; & lorſqu'on voudra trouver quelque dégré & minute au deſſus de 45°, on les cherchera toujours dans les pages à droite; obſervant que l'ordre des pages à gauche eſt en allant de haut en bas, & du commencement du livre vers la fin, & que les pages à droite ont leur ordre tout contraire; elles vont de bas en haut, & de la fin du livre vers le commencement. Par exemple, il faut trouver le ſinus logarithme de 33° 45′; cherchez aux pages à gauche où vous verrez 33° en tête; cherchez enſuite à la premiere colomne la 45e minute. Vous trouverez vis-à-vis la 45e minute dans la cinquieme colomne, qui eſt celle des log. ſinus, ce nombre-ci 97447390.

Les deux derniers chiffres de tous les logarithmes ne ſont pas néceſſaires pour la Gnomonique, c'eſt pourquoi nous les retrancherons toujours; mais il faut ajouter une unité au dernier de ceux qui reſtent, ſi les deux, que l'on retranche, valent plus que 50, comme dans l'exemple préſent; car 90 que nous retranchons valent plus que 50: ainſi nous dirons 974474, & non 974473.

Autre exemple: on veut trouver le ſinus de 12°, cherchez aux pages à gauche celle où vous verrez en tête 12°, & à la premiere ligne de la ſeconde colomne vous trouverez le ſinus de 12°, qui eſt 2079117, d'où l'on retranchera également; (car c'eſt une regle générale que nous ſuivrons toujours), d'où l'on retranchera, dis-je, les deux derniers chiffres: & comme 17, qui ſont les chiffres retranchés, valent moins que 50, on n'ajoutera aucune unité à ceux qui reſtent.

Autre exemple: on veut trouver le log. tangente de 45°, on cherchera aux pages à droite celle où il y

a 45° en tête, & on trouvera à la derniere ligne au bas de la page, ce nombre-ci 1000000, dont nous avons retranché les deux derniers chiffres, à la sixieme colomne. On trouvera la même chose à la derniere ligne de la page à gauche à la sixieme colomne, parce que 45° est le complément de 45°. Ces deux nombres de degrés ajoutés ensemble font 90°.

104. Remarquez que les tangentes de complément, c'est-à-dire, depuis 45° & au dessus, ont un chiffre de plus que celles qui sont au dessous de 45°. Cette remarque a lieu autant pour les tangentes naturelles, que pour les log. tangentes; par conséquent, lorsqu'on a besoin de les additionner ensemble avec quelqu'autre nombre, il faut les avancer d'un chiffre. Par exemple on veut additionner les log. sinus de 9° 34', qui est 992062 avec le log. tangente de 45° 25', qui est 1002149, l'on voit que le premier chiffre du log. tangente de 46° 25' est avancé d'un chiffre.

105. Remarquez encore que toutes les fois qu'il sera parlé du sinus total naturel, il faut toujours entendre l'unité avec cinq zéros, qui est 100000. (Nous avons retranché les deux derniers zéro): mais le log. sinus total est toujours l'unité avec six zéro; ainsi 1000000, ayant également retranché deux zéro. Il faudra toujours avancer d'un chiffre le sinus total, lorsqu'on voudra l'additionner ou le soustraire de quelque autre nombre qui sera moindre; ainsi il est dans la même regle que les tangentes de complément, dont nous avons déjà parlé dans l'article précédent.

106. Souvenez-vous toujours que lorsque l'on voudra trouver le sinus ou la tangente, ou le logarithme de quelque dégré qui surpasse 90, on prendra son supplément, c'est-à-dire, qu'on soustraira ce nombre de 180°, & on prendra le reste. Par exemple, il faut prendre le log. sinus des 92° 16', on le souf-

traita de 180°, reſte 87° 44′, dont le ſinus log. eſt 999966, que l'on trouvera à une page à droite, où il y a en tête 87°; & vis-à-vis de 44′ on trouvera le nombre ci-deſſus à la cinquieme colomne.

Cette regle eſt fondée ſur ce principe, que *le ſinus d'un nombre eſt toujours égal au ſinus de ſon ſupplément.*

SECTION II.

Uſage des Tables des Sinus, des Tangentes, de leurs Logarithmes, & des Logarithmes des nombres naturels.

107. LES *logarithmes* ſont des nombres d'une invention admirable, que le ſçavant *Neper*, Gentilhomme Ecoſſois, inventa vers le commencement du ſiecle paſſé; ils abrégent les calculs d'une façon ſurprenante, & les rendent ſi faciles que tout le monde en devient capable. L'on fait dans moins d'une heure, par leurs ſecours, ce que l'on feroit à peine dans un jour avec un travail bien pénible, en ne les employant pas. Sans les logarithmes, on feroit obligé de faire de grandes & longues multiplications, ſuivies de diviſions d'une grande étendue. Ces regles d'arithmétique compoſées d'une ſi grande quantité de chiffres, ſont extrêmement ſujettes à erreur. Toutes les regles par les logarithmes, deviennent très-courtes, fort ſimples & faciles, par conſéquent beaucoup moins ſujettes à l'erreur. Nous nous ſervirons toujours des logarithmes, pour profiter des avantages qu'ils nous préſentent.

108. Dans la Gnomonique on fait un uſage bien fréquent de la regle de trois, que l'on appelle auſſi *regle de proportion*, ou ſimplement *proportion*, &

plus ordinairement *analogie.* C'eſt le terme dont nous nous ſervirons.

L'*analogie* eſt une regle d'arithmétique, qui conſiſte en *quatre termes* ou *quantités*, dont les trois premiers ſont toujours connus; & par le moyen de ces *trois termes* connus, on parvient à connoître le *quatrieme.* Par exemple, 25 eſt à 30, comme 15 eſt au *quatrieme terme* que l'on cherche. La méthode ordinaire de réſoudre une *analogie* eſt de multiplier le *ſecond terme* par le *troiſieme*, & diviſer le produit par le *premier terme*, le quotient donne le *quatrieme terme.* Ainſi pour faire cette *analogie*, ſans ſe ſervir des logarithmes, il faut multiplier le *ſecond terme*, qui eſt 30, par 15, qui eſt le *troiſieme terme*, 15.

30.

450.

La multiplication étant faite, le produit eſt 450, qu'il faut diviſer par 25, qui eſt le *premier terme*,

4
20
450 | 18
255
2

La diviſion faite, le nombre 18 ſe trouve au quotient; c'eſt donc le nombre 18 qui eſt le *quatrieme terme* cherché.

109. Faiſons préſentement la même analogie par les logarithmes. Nous avons vû précédemment que les ſinus & les tangentes ont leurs logarithmes tout faits dans les Tables des ſinus & des tangentes. Outre ces logarithmes, il y a dans le même livre une autre Table particuliere des logarithmes pour les *nombres naturels* 1, 2, 3, 4, 5, 6, &c. juſqu'à 10000. Cette Table eſt à la ſuite de celle des ſinus & tangentes;

elle eſt compoſée de ſix colomnes à chaque page, ou, pour mieux dire, il n'y a que trois colomnes doubles, ou trois paires de colomnes. La premiere de chaque paire contient les nombres naturels, & la ſeconde de chaque paire contient leurs logarithmes; ainſi on trouvera vis-à-vis chaque nombre naturel ſur la même ligne & de ſuite ſon logarithme. L'ordre ou l'arrangement va de ſuite à l'ordinaire, de façon que lorſqu'on eſt au fond d'une paire de colomnes, on va au haut de la paire des colomnes ſuivantes; ainſi de ſuite juſqu'à la fin. Ceci préſuppoſé, nous reviendrons au calcul de la même analogie que l'on expoſe ainſi, *25* : 30 :: 15 : 4ᵉ terme cherché; cela veut dire, 25 eſt à 30, comme 15 eſt au 4ᵉ terme cherché.

Cherchez le logarithme du ſecond terme 30, que vous trouverez être 147712; cherchez enſuite le logarithme de 15, que vous trouverez être 117609; additionnez l'un avec l'autre ainſi 147712

Somme . . 265321,

de laquelle il faut ſouſtraire le logarithme du premier terme 25, ſon logarithme eſt 139794; ainſi il faut reprendre la ſomme précédente . . . 265321

log. du premier terme 139794

Reſte . . 125527,

qui eſt le logarithme du 4ᵉ terme cherché. Il faut donc chercher dans la même Table ce logarithme, & vous trouverez qu'il eſt vis-à-vis le nombre naturel 18.

110. Les logarithmes ont la propriété de convertir la *multiplication* en *addition*, & la *diviſion* en *ſouſtraction*, comme nous venons de le pratiquer dans l'analogie de l'article précédent, en nous ſervant des logarithmes. Ils ont encore d'autres propriétés, toujours pour abréger les calculs. Nous répéterons donc que pour multiplier un nombre par

un autre par les logarithmes, on prend les logarithmes de deux nombres; on les additionne, comme nous venons de faire; la ſomme eſt le logarithme du produit. Par exemple, on veut multiplier 67 par 26, il faut chercher le logarithme de 67, qui eſt

182607.

Il faut encore chercher le logarithme de 26, qui eſt

141497.

Ajoutez enſemble ces logarithmes, & vous aurez

324104. Lequel nombre cherché dans les Tables des logarithmes ſe rencontrera vis-à-vis le nombre 1742, qui eſt le produit de 67 multiplié par 26.

Si on veut diviſer un nombre par un autre, & en trouver le *quotient* par les logarithmes, il faut ſouſtraire le logarithme du *diviſeur* du logarithme de la ſomme à diviſer, le reſte ſera le logarithme du quotient. Par exemple, on veut diviſer 7488 par 48, le logarithme de 7488 eſt 387437, de laquelle ſomme il faut ſouſtraire le logarithme de 48, qui eſt 168124, ainſi

387437
168124

Reſte 219313, qui eſt le logarithme du quotient. Il faut donc chercher ce logarithme, & on le trouvera vis-à-vis 156, qui eſt le quotient cherché.

Si l'on veut trouver la *racine quarrée* d'un nombre, il faut chercher ſon logarithme, en prendre la moitié, qui ſera le logarithme de la racine quarrée. Par exemple, on veut trouver la racine quarrée de 4489, il faut chercher ſon logarithme, qui eſt 365215, dont la moitié eſt . . . . 182607, que l'on trouvera dans la Table répondre au nombre 67, qui eſt la racine quarrée cherchée.

Si l'on veut trouver la *racine cubique* d'un nombre, il faut chercher ſon logarithme, en prendre le tiers, qui

qui sera le logarithme de la racine cubique. Exemple, on veut avoir la racine cubique de 5832, son logarithme sera 376582, dont le tiers est 125527, qui est le logarithme de 18. Ce nombre 18 est donc la racine cubique du nombre 5832.

Pour élever un nombre à son *quarré*, il faut prendre le double de son logarithme; ce sera le logarithme de son quarré. Pour trouver le *cube* d'un nombre, il faut tripler son logarithme; ce sera le logarithme du cube cherché.

111. Si on ne trouve point dans la Table le logarithme juste, comme le calcul le donne, on prendra toujours le plus approchant. Cette regle regarde non seulement les logarithmes des nombres naturels, mais encore ceux des sinus & des tangentes.

112. Faisons voir présentement l'usage des Tables des sinus & des tangentes, en se servant toujours des logarithmes. C'est pour résoudre des analogies, lesquelles on trouvera toujours toutes dressées ou exposées. En voici un exemple,

Le sinus total *Pl.* 1.
est à la tangente de l'angle C,
comme le côté BC *Fig.* 3.
est au côté AB, *Fig.* 4.

Il s'agit ici de trouver le côté AB d'un triangle quelconque, dont on connoît un angle C & un côté BC, de même que l'angle droit.

Il faut remarquer que dans cette analogie il y a quatre termes, comme dans toutes les autres, dont les trois premiers termes sont connus. Le premier terme, qui est le sinus total, est connu, puisque c'est toujours l'unité avec six zéro, ainsi 1000000. Nous supposons que l'angle C est aussi connu, le supposant de 56° 12′, c'est le second terme. Nous

ſuppoſons auſſi que le côté BC a été meſuré, & qu'on l'a trouvé de 456 parties de l'échelle des parties égales, & c'eſt le troiſieme terme de l'analogie: il faut donc trouver le quatrieme terme, qui eſt la longueur de AB, que nous ne connoiſſons point. Pour cela, nous additionnerons les logarithmes des deux *termes moyens;* nous ſouſtrairons de leur ſomme le logarithme du premier terme, le reſte ſera le logarithme du 4ᵉ terme.

2ᵉ terme. log. tangente de 56° 12′ . . 1017429.
3ᵉ terme. log. de 456 parties . . . . 265896.

Somme . . . 1283325.

de laquelle ſomme il faut ſouſtraire le logarithme ſinus total. . . . 1283325.
ſinus total. . . . 1000000.

Reſte. . . . 283325, qui eſt le logarithme du 4ᵉ terme. Comme le quatrieme terme de l'analogie ne fait point mention d'aucun angle, mais ſeulement de la longueur d'un côté d'un triangle, il ne faut pas chercher ce logarithme du 4ᵉ terme dans la Table des ſinus & des tangentes, parce qu'il n'y eſt jamais queſtion que des angles de tant de degrés. Reſte donc qu'il faut chercher dans la Table des logarithmes des nombres naturels, à quel nombre ſe rapporte ce logarithme 283325. Je le trouve vis-à-vis du nombre 681. Le côté A du triangle en queſtion ſera donc de 681 parties égales de l'échelle; c'eſt donc le quatrieme terme cherché.

Remarquez que ce nombre 283325 ne ſe trouve pas juſte dans la Table, car il y a 283315; mais comme c'eſt le plus approchant, il faut s'y arrêter. (111).

AUTRE ANALOGIE.

Comme le côté AB
est au côté BC,
ainsi le sinus total
est à la tangente de l'angle A.

Pl. 1. *Fig.* 3. *Fig.* 4.

Nous supposons toujours les trois premiers termes connus. Le côté AB, premier terme, aura 668 parties. Le côté AB, second terme, aura 476 parties.

2e terme. log. de 476. . . . . 267761.
3e terme. log. sinus total. . . . . 1000000.

Somme. . . 1267761.

de laquelle il faut soustraire le logarithme de 668, premier terme, qui est 282478.

1267761.
282478.

Reste . . 985283.

qu'il faut chercher aux log. tang. parce que le quatrieme terme de l'analogie énonce une tangente: je trouve que ce logarithme tangente répond à 35° 28′, c'est donc le quatrieme terme cherché; de sorte que l'angle A est de 35° 28′. Remarquez que ce nombre logarithmique 985283 n'est pas tout-à-fait conforme au logarithme tangente de 35° 28′; mais c'est le plus approchant.

113. Observez que dans chaque analogie que l'on résout, les quatre termes sont ou tous des sinus, ou des sinus & des tangentes, ou des sinus, tangentes, & quelque longueur, distance, ou quelque nombre. Par exemple, dans la premiere analogie de l'article précédent, le premier terme est un sinus, le second est une tangente, le troisieme est une longueur ou distance, & le quatrieme est aussi une longueur ou

distance. Dans la seconde analogie du même article précédent, le premier terme est une longueur ou distance; le second terme est une autre longueur; le troisieme est un sinus, & le quatrieme est une tangente. Lorsqu'il s'agira des sinus ou tangentes, on cherchera dans la Table des sinus & tangentes; mais pour les longueurs, distances ou simples nombres, on cherchera dans la Table des logarithmes des nombres naturels; c'est pourquoi on fera toujours une grande attention à l'énoncé des quatre termes de l'analogie.

SECTION III.

Usage des Echelles des parties égales, & des Cordes.

114. Nous avons dit à la fin de l'art. 97. que l'on peut se servir de l'échelle des parties égales pour faire des angles tels que l'on voudra, & voici comment. Il faut sçavoir que *la corde d'un arc ou d'un angle est double du sinus de la moitié de cet arc ou de cet angle*; c'est sur ce principe que l'on trouvera les cordes de tous les angles. Lors donc que l'on voudra sçavoir de combien de parties est composée la corde d'un angle, il faut prendre la moitié de cet angle, chercher le sinus *naturel* de cette moitié, & doubler ce sinus, la somme sera la corde de l'angle requis. Exemple, je veux avoir la corde de l'angle de 30°, je prends la moitié de 30, qui est 15°; je cherche le sinus naturel de 15°, qui est 25882, (retranchant les deux derniers chiffres;) je double ce sinus 25882, ce qui me donne 51764, & j'ai alors la corde de 30°: mais si au lieu de l'angle de 30° j'ai besoin d'en faire un d'un nombre

impair, comme de 30° 5′, je prends la moitié de cet angle, qui est 15° 2′ & demie. Je cherche le sinus naturel de 15° 2′, qui est 25938 que j'écris à part; je cherche ensuite le sinus naturel suivant de 15° 3′, qui est 25966; je soustrais l'un de l'autre: restera 28, dont je prends la moitié 14, que j'ajoute au sinus naturel de 15° 2′, qui est 25938.

14.

Somme. . . 25952.

qui fait le sinus naturel de 15° 2′ & demie ou 30 secondes. Je double cette somme, qui fera 51904, ce sera la corde de 30° 5′.

115. Il y a ici une observation à faire. Les sinus, tels qu'ils sont dans les Tables, sont calculés pour un rayon ou sinus total de dix millions de parties, ou 10000000 parties; & comme les échelles dont on se sert ne peuvent faire le rayon que de 1000 parties ou 2000, ou 3000, ou 4000 parties, il s'ensuit qu'il faut retrancher autant de chiffres aux sinus dont on se sert pour l'échelle, qu'il y en a de plus au sinus total des Tables. On voit que le sinus total des Tables est de 10000000. Le sinus total, tel qu'on peut l'avoir sur l'échelle, n'est que de 1000, ou 2, ou 3, ou 4000. Par conséquent il y a au sinus total des Tables quatre zero de plus qu'au sinus de l'échelle, puisqu'il n'y en a que trois à celui-ci; il faut donc retrancher autant de chiffres au sinus trouvé dans la Table, qu'il y en a de plus à son sinus total, qu'au sinus total de l'échelle: c'est donc quatre chiffres qu'il faut retrancher. C'est à quoi l'on ne manquera jamais, lorsqu'il s'agira de faire un angle par les sinus. Ainsi, dans l'exemple précédent, nous avons trouvé la corde pour 30 degrés de 51764, nous n'avons retranché que deux chiffres; il faut en retrancher encore deux autres, & il restera 517 ou plutôt 518, parce que 64 valent plus que 50.

116. Pour ne pas retrancher ces quatre chiffres en deux fois, comme nous venons de le faire, il sera mieux dans la pratique de prendre tous les chiffres tels qu'on les trouve dans la Table, les doubler, & retrancher de la somme les quatre chiffres qu'il y a de trop. Ainsi, en nous servant du même exemple, on trouve le sinus de 15° de 2588190, dont le double est 5176380, & retranchant les quatre derniers chiffres, & ajoutant une unité à ceux qui restent, nous aurons, comme auparavant, 518 qui sera la corde de l'angle cherché. Les Tables des cordes, pour construire l'échelle des cordes, ont été calculées sur ce principe. Si les parties de l'échelle des parties égales étoient plus petites, & qu'au lieu de faire le rayon ou sinus total de 1000, ou 2, ou 3, ou 4000 parties, on le faisoit de 10000 parties, on ne retrancheroit des sinus de la Table que trois chiffres, parce qu'il n'y auroit que trois zero de plus au sinus total de la Table. Il faut dire de même si le sinus total de l'échelle étoit de 100000, dans ce cas il ne faudroit retrancher que deux chiffres.

117. Nous venons de dire que, pour avoir la corde d'un angle, il faut doubler le sinus de la moitié de cet angle, & ce sera la corde de l'angle cherché; cela est bon lorsque le sinus total ou rayon dont on se sert, n'est que de 1000; mais si l'on employe un rayon de 2000, il faut quadrupler, c'est-à-dire, multiplier par quatre le sinus trouvé dans la Table; le produit donne la corde cherchée, en retranchant toujours les quatre derniers chiffres. Si on se sert d'un rayon de 3000 parties, il faut multiplier le sinus de la Table par 6. Si le rayon dont on se sert est de 4000, il faut multiplier par 8 le sinus de la Table, & retrancher toujours à l'ordinaire les quatre derniers chiffres, & ajouter une unité au dernier de ceux qui restent, supposé que les deux premiers, de ceux qui sont retranchés, valent plus

de 50. Exemple : on veut trouver la corde de l'angle de 54°; je prends la moitié de 54, qui eſt 27; je cherche le ſinus naturel de 27°, qui eſt 4539905. Si le rayon dont je dois me ſervir eſt de 4000 parties, je multiplie par 8, ce nombre trouvé 4539905

8

Somme 36319240

dont il faut retrancher les quatre derniers chiffres; & comme les deux premiers de ceux qui ſont retranchés valent plus de 50, (car 92 eſt plus grand que 50) j'ajoute une unité au dernier de ceux qui reſtent, ainſi 3632 ſera la corde de l'angle de 54 dégrés, lorſque le rayon dont je dois me ſervir ſera de 4000 parties.

118. Pour mettre en pratique les régles précédentes, nous donnerons un exemple. On veut faire un angle de 54°, on prendra avec le compas à verge la diſtance de 4000 parties (en ſuppoſant que l'on ſe ſerve de ce rayon); on portera une pointe du compas ſur le point D, qui ſera le ſommet de l'angle; on décrira avec l'autre pointe l'arc indéfini FG. après quoi on prendra la diſtance de la corde trouvée 3632 parties, que l'on portera de F à G, & on marquera un point G ſur l'arc. Si l'on mene une ligne depuis le ſommet D, & qui paſſe ſur le point G, on aura l'angle requis de 54°. *Pl.* 1. *Fig.* 14.

Si l'on veut faire un angle de 26°, on cherchera le ſinus de 13°, qui eſt 2249511. Et ſi l'on veut ſe ſervir du rayon de 1000 parties ſeulement, il faut doubler ce ſinus, qui ſera 4499022; je retranche les quatre derniers chiffres, & j'ajoute une unité au dernier de ceux qui reſtent, parce que 90, qui ſont les deux premiers de ceux qui ſont retranchés, valent plus que 50; ainſi j'aurai 450, qui ſera la corde de l'angle de 26°. Ayant donc porté le rayon de 1000 parties ſur DF, & ayant décrit avec cette ou-

Pl. 1. *Fig.* 14. verture du compas à verge l'arc EG, je prends ensuite sur le même compas à verge la distance de 450 parties, je la porte sur FG, & je marque le point G, & ensuite je tire la ligne DG, & j'aurai l'angle requis FDG de 26°; on fera de même pour les autres angles, soit que l'on se serve du rayon de 1000 parties, en doublant le sinus de la moitié de l'angle; soit que l'on se serve du rayon de 2000 parties, en multipliant par quatre le sinus; soit que l'on se serve du rayon de 3000 parties, en multipliant par 6; soit que l'on se serve du rayon de 4000 parties, en multipliant le sinus par 8; on fera toujours l'angle requis.

119. Il est à propos pour les grands Cadrans solaires, comme de 8 ou 10, ou 12 pieds de haut, de se servir d'un grand rayon pour tracer les angles horaires. C'est pour leur construction qu'il faut prendre un rayon de 4000 parties: mais si le Cadran n'avoit que deux ou trois pieds, un rayon de 1000 parties suffiroit. En général le plus grand rayon est toujours le mieux; on le fera aussi grand que le plan pourra le permettre.

120. Pour trouver, par l'échelle des parties égales, de combien de degrés est un angle déjà fait, il faut prendre, avec le compas à verge, la distance de 1000 parties, & posant une pointe sur le sommet D de l'angle, on décrira avec ce rayon de 1000 parties, l'arc FG; ensuite on approchera ou on éloignera une des pointes, qui est la seconde, jusqu'à ce qu'elles soient à la distance des points FG, où l'arc a coupé les deux côtés de l'angle. Je suppose que le compas à verge se trouve sur 790 parties, on en prendra la moitié 395; on cherchera dans la Table des sinus naturels à quel sinus se rapporte ce nombre, on trouvera qu'il est vis-à-vis de 23° 16′, on doublera ces 23° 16′, ce qui fera 46° 32′, qui est l'angle cherché. Nous donnerons dans la

ſuite une autre méthode de trouver la valeur d'un angle.

121. Nous avons dit dans les articles précédens, comment il faut ſe ſervir des Tables des ſinus pour faire des angles: pour aller au devant de toutes les difficultés que l'on pourroit trouver dans cette Pratique, nous ferons remarquer que dans ces Tables le nombre des chiffres n'étant pas par-tout égal, les Commençans pourroient s'y trouver embarraſſés; car effectivement dans les ſinus des trois premieres minutes, il n'y a que quatre chiffres; depuis 4 minutes jusqu'à 35, il y a cinq chiffres; depuis 35 minutes jusqu'à 5 degrés 45 minutes, il y en a ſix; & depuis 5 degrés 45 minutes jusqu'à la fin, il y en a ſept.

La regle que nous avons donnée de retrancher toujours les quatre derniers chiffres des ſinus naturels, lorſqu'il eſt queſtion de faire un angle, ou de le trouver étant fait, eſt générale, & ne ſouffre aucune exception. Il faut toujours s'en tenir là, qu'il y ait 7, ou 6, ou 5, ou 4 chiffres, & toujours en retrancher les quatre derniers. Mais auſſi nous avons dit qu'il faut doubler le ſinus de la moitié de l'angle en queſtion, & ajouter une unité, ſi les deux premiers de ceux qui reſtent valent plus de 50. Par exemple, on veut faire un angle de deux minutes, j'en prends la moitié, qui eſt une minute, je cherche ſon ſinus, qui eſt 2909, que je double, ce qui ſera 5818. Il faut donc retrancher ces quatre chiffres; mais comme 58, qui ſont les deux premiers des chiffres retranchés, valent plus que 50; je conclus que la corde de deux minutes eſt un, c'eſt-à-dire, un peu plus que la moitié d'une unité; car 50 eſt la moitié d'une unité.

Si l'on veut faire un angle de 18 minutes, on en prendra la moitié, qui eſt 9 minutes, dont le ſinus eſt 26180, dont le double eſt 52360, en retranchant

les quatre derniers chiffres, il ne reste que 5, qui est la corde de 18 minutes, ou plutôt 5 & un quart, parce que 23, qui sont les premiers de ceux qui restent, valent à peu près le quart d'une unité; car 100 est ici regardé comme l'unité.

122. Mais lorsqu'il s'agit de trouver la valeur d'un angle déjà fait, il est facile de se tromper, à cause de la différence du nombre des chiffres des sinus. Quand on voudra sçavoir à quel dégré répond un sinus, il le faudra chercher en quelque part où il en reste toujours quatre de plus. Par exemple, on veut sçavoir à quel sinus ou à quel dégré répond ce sinus 395, on le trouvera en deux endroits, sçavoir, à 2 dégrés 16 minutes; mais comme il ne reste que trois chiffres, ce ne peut pas être celui du dégré qu'il faut prendre, il faut donc le chercher ailleurs, & on le trouvera à 23° 16′, où l'on verra qu'il reste quatre chiffres après le nombre 365, & ainsi des autres. Comme nous aurons souvent occasion de faire des angles, nous serons obligés d'en donner un nombre d'exemples, ce qui en rendra la pratique familiere & toujours plus facile. Pour ce qui est de l'usage des échelles des cordes, nous l'avons suffisamment expliqué vers le milieu de l'Art. 97. Il est si simple, qu'il n'est pas nécessaire d'en parler davantage.

CHAPITRE IV.

Cadran horisontal.

NOUS commençons par le Cadran horisontal, parce que c'est le plus facile de tous, & qu'il est d'un usage plus commun & plus ordinaire. Celui-ci bien entendu & bien compris, donnera plus

de facilité à conſtruire les autres. On appelle *Cadran horiſontal*, celui qui eſt tracé ſur un plan parallele à l'horiſon ou de niveau. Nous donnerons deux manieres de le décrire; l'une géométrique, c'eſt-à-dire, par la regle & le compas, & l'autre par le calcul: c'eſt ce qui fera le ſujet des trois Sections qui diviſeront ce Chapitre. Dans la premiere nous enſeignerons à tracer le Cadran horiſontal par la Géométrie; dans le ſecond, par le calcul; & nous verrons dans la troiſieme comment il faut placer l'axe & orienter le Cadran.

SECTION PREMIERE.

Maniere géométrique de tracer le Cadran horiſontal. *Pl. 6.*

123. SUR le plan où vous voulez tracer le Cadran horiſontal, choiſiſſez un point comme A, ſur lequel faites paſſer la ligne CD; aux côtés, & à *Fig. 27.*
égale diſtance du point A, élevez les deux perpendiculaires EB & XZ, diſtantes entr'elles de toute l'épaiſſeur que vous voulez donner à l'axe, ſçavoir, une ligne, ou 2, ou 3, ou 4, ou 5, ou 6 lignes, &c. comme il vous plaira, ſelon l'épaiſſeur de l'axe. Ces deux lignes enſemble EB & XZ ſont deſtinées à marquer Midi ou 12 heures, par l'ombre de l'épaiſſeur de l'axe qui remplira l'eſpace entre ces deux lignes. L'autre ligne CD ſont les lignes horaires de 6 heures du ſoir & de 6 heures du matin, & XE ſont les deux centres du Cadran.

La raiſon pour laquelle nous faiſons le Cadran à deux centres, eſt afin que l'axe puiſſe avoir une épaiſſeur aſſez conſiderable pour ſe maintenir & durer longtems. Si on ne fait qu'un ſeul centre avec une ſeule

Pl. 6. Fig. 27. ligne Méridienne, ou de 12 heures, comme à l'ordinaire, on sera obligé d'employer un axe extrêmement mince qui ne sçauroit se soutenir. Si on le faisoit seulement d'une ligne d'épaisseur, ce qui ne seroit pas une épaisseur suffisante, s'il étoit un peu grand, il ne marqueroit pas Midi avec précision, parce que son ombre seroit beaucoup plus large que la ligne de 12 heures; ainsi il est mieux de faire le Cadran à deux centres. Par ce moyen on peut faire l'axe aussi solide que l'on veut, & proportionner son épaisseur à sa grandeur.

Du point E, qui est un des centres du Cadran, tirez la ligne EF, qui fasse l'angle BEF égal à l'élévation du pôle du lieu où l'on doit poser le Cadran. On pourra faire cet angle par le moyen d'un demi-cercle, ou d'un compas de proportion. La ligne EF représente l'axe du Monde, auquel l'axe du Cadran doit être parfaitement parallele. Sur cette ligne EF choisissez un point comme G, plus près ou plus éloigné du centre E du Cadran, selon que la figure ou le plan doit être grand ou petit; car le Cadran se trouvera toujours également juste, quelque part où vous posiez ce point G : mais si, par exemple, vous le posiez trop éloigné du centre E, vous n'auriez pas assez de place pour finir le Cadran.

De ce point G vous tirerez la ligne GH perpendiculaire à EF. Cette ligne, qui doit rencontrer la Méridienne EB au point H, s'appelle le *rayon de l'Equateur*. Menez la ligne LK parallele à CD, qui passe par le point H, où le rayon de l'Equateur a rencontré la Méridienne. Cette ligne LK sera l'*Equinoxiale*. Prenez avec un compas la longueur du rayon HG de l'Equateur, & portez-la de H en B sur la Méridienne EB, le point B sera le *centre diviseur* de l'équinoxiale LK. Au point B élevez la perpendiculaire BP, ou parallele à l'Equinoxiale LK; & ensuite du point B, comme centre, & de l'ouverture du

compas qu'il vous plaira, décrivez le quart de cercle PH. Diviſez exactement ce quart de cercle PH en ſix parties égales, ſi vous ne voulez que les heures à votre Cadran, ou en 12 parties égales, ſi vous y voulez les demi-heures, ou en 24, ſi vous y voulez les quarts. *Pl. 6. Fig. 27.*

Faites bien attention à cette diviſion ſur le quart de cercle, ſi peu qu'il y ait d'erreur dans cette diviſion, cette erreur groſſira très-conſiderablement dans l'opération ſuivante. Pour faire ces diviſions avec plus de facilité & de juſteſſe, prenez vous-y ainſi; quand vous aurez décrit le quart de cercle HP, ſervez-vous de cette même ouverture de compas, & portez-la depuis le point H, où le quart de cercle a coupé la Méridienne vers P ſur le quart de cercle; ce qui fera un arc de 60 dégrés, dont la corde eſt égale au rayon. Après avoir diviſé cet arc en quatre parties égales, qui ſeront quatre arcs de 15 dégrés chacun, vous porterez ou ajouterez au-delà une de ces quatre diviſions. Vous aurez pour lors cinq arcs de 15 dégrés chacun. Les diviſions étant faites, tirez des lignes ponctuées du centre diviſeur B, qui paſſent ſur les points de diviſion du quart de cercle HP, & qui ſoient prolongées juſqu'à l'Equinoxiale LK, ſur laquelle vous aurez les points horaires 11, 10, 9, 8, &c. tirez enſuite des lignes du centre E du Cadran qui paſſent ſur les points horaires 11, 10, 9, 8, &c. qui ſe trouvent marqués ſur l'Equinoxiale, & vous aurez les lignes horaires; ſi vous voulez avoir les demi-heures, diviſez en deux parties égales chaque arc du quart de cercle HP; ſi vous voulez avoir les quarts, diviſez-les en quatre parties égales, & par ces points tirez des lignes ponctuées depuis B juſqu'à l'Equinoxiale LK, pour y marquer ces points horaires, ſur leſquels vous ferez paſſer ces lignes horaires du centre E du Cadran. Les lignes horaires des demi-heures doivent être

Pl. 6. Fig. 27. plus courtes que celles des heures, & celles des quarts encore plus courtes que celles des demi-heures, afin de les distinguer plus facilement.

124. Un côté du Cadran étant tracé, on transportera de l'autre côté L de l'équinoxiale LK les points horaires qui sont du côté K, & on tirera également par ces points les lignes horaires par l'autre centre X, observant de faire commencer les distances du point M, où l'Equinoxiale LK coupe l'autre ligne Méridienne XZ.

125. Pour tracer les lignes horaires du matin avant six heures, & du soir après six heures, il faut prolonger au-delà du centre celles de sept & huit heures du matin, & on aura celles du soir. De même en prolongeant les quatre & cinq heures du soir, on aura les quatre & cinq heures du matin, comme l'on voit à la figure. Il en est de même des demi-heures & des quarts.

126. On s'apperçoit assez que l'arc BPH étant de 90°, & y ayant porté la même ouverture du compas qui l'a décrit, le point V est un arc de 60° à le compter jusqu'à H, où la premiere Méridienne coupe l'Equinoxiale. Cet arc de 60° étant divisé en quatre parties, il reste d'autres arcs de 15° chacun, attendu que quatre fois 15 font 60. Chaque arc de 15° fait un angle d'une heure, puisque le Soleil parcourt réellement 15° par heure. Si on divise encore chaque arc en deux parties, ils n'auront plus que $7^{\circ}\ 30'$, & ce seront les demi-heures; si encore on les divise en deux, ce seront des arcs de $3^{\circ}\ 45'$, & ce seront les quarts. On peut encore diviser ces arcs en trois parties chacun, qui seront de $1^{\circ}\ 15'$ chacun, ce qui fera que le Cadran marquera les minutes de cinq en cinq, dont les lignes horaires doivent être encore plus courtes que celles des quarts. Pour la maniere de poser l'axe & d'orienter le Cadran, nous en parlerons à la fin de ce Chapitre.

127. Il reſte une difficulté; il arrive preſque toujours que l'Equinoxiale n'eſt par aſſez longue pour recevoir les points horaires de ſept heures du matin & de cinq heures du ſoir, avec les demi-heures & les quarts. Afin donc de trouver tous les points horaires qui manqueront ſur l'Equinoxiale, nous allons montrer comment il faut s'y prendre. *Pl. 6. Fig. 27.*

Les lignes horaires E9, X3 ſont ſéparées par ſix eſpaces horaires; car il eſt néceſſaire que ces ſix heures ſoient tracées, pour pouvoir employer la méthode que nous propoſons. On tirera la ligne OR parallele à celle de neuf heures, qui coupera celle de trois heures, & qui rencontrera les lignes horaires de deux & d'une heures. Enſuite on prendra avec le compas la diſtance du point d'interſection S au point T, qui eſt le point de rencontre de la parallele OR avec la ligne horaire X2; & on marquera ſur la ligne OR une diſtance égale SQ de l'autre côté du point S. De même on prendra SO égale à la diſtance du point S au point R, qui eſt l'interſection de la parallele & de la ligne horaire XI. Si du centre X on tire deux lignes qui paſſent par les points Q & O, ce ſeront les lignes horaires de quatre & cinq heures. On tranſportera également les points des demi-heures & des quarts, & même les minutes, s'il y en a, comme l'on a fait des points de quatre & de cinq heures. Toute l'opération étant faite d'un côté, on en fera autant de l'autre; on tirera ſur les lignes horaires du matin une parallele à la ligne horaire de trois heures, & on fera le reſte comme nous venons de le dire.

Voilà la maniere la plus ſimple & la plus facile pour tracer géométriquement le Cadran horiſontal. On conçoit bien qu'il faut de l'adreſſe & de l'uſage pour tirer toutes ces lignes avec juſteſſe, & il n'y a que ceux qui ſont accoutumés à opérer avec exactitude, qui y puiſſent bien réuſſir. La méthode du

calcul, dont nous allons parler à la Section ſuivante, ne demande pas tant d'induſtrie, parce qu'il n'y a preſque point de lignes à tirer que les horaires; auſſi la méthode du calcul eſt préférable à tous égards.

SECTION II.

Maniere de tracer le Cadran horiſontal par le Calcul.

128. LE Soleil paroît faire ſa révolution entiere autour de la Terre dans 24 heures. Le cercle qu'il parcourt eſt, comme tous les autres cercles, de 360 dégrés. Il parcourt donc 15 dégrés dans 1 heure, puiſque 15 multipliés par 24 font 360. 15 dégrés eſt donc la 24ᵉ partie de 360 dégrés. Si dans 1 heure le Soleil paroît parcourir 15 dégrés, il s'enſuit qu'il en parcourt 30 dans 2 heures. Il parcourt 45 dégrés dans 3 heures, 60 dans 4 heures, 75 dans 5 heures, & 90 dans 6 heures. Il s'enſuit encore que le Soleil parcourt 7 dégrés 30 minutes dans demi-heure, 3 dégrés 45 minutes dans un quart-d'heure; 1 dégré 15 minutes dans 5 minutes, & enfin 15 minutes de dégré dans une minute de tems.

129. Tous les dégrés que le Soleil paroît parcourir dans ſa révolution journaliere de 24 heures, commencent à ſe compter depuis le Méridien du lieu où l'on eſt, repréſenté dans le Cadran, par la ligne de Midi ou de 12 heures. Ce que l'on appelle *la diſtance du Soleil au Méridien* (terme dont nous nous ſervirons ſouvent dans la ſuite), n'eſt autre choſe que le nombre des dégrés & minutes que l'on compte depuis le Méridien juſqu'à l'endroit où le Soleil ſe trouve à telle heure. Nous venons de dire

dans

dans l'article précédent que le Soleil parcourt 15 dégrés dans une heure. S'il s'agit donc d'une heure après Midi, ou de 11 heures, qui ſont deux points horaires également éloignés du Méridien ou de Midi, le Soleil eſt éloigné du Méridien de 15 dégrés. Ainſi, pour nous ſervir de la façon de parler ordinaire, nous diſons que la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 15 dégrés, pour une heure & 11 heures. Pour Midi & demi & 11 heures & demie, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 7 dégrés 30 minutes. Pour Midi un quart & 11 heures trois quarts, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 3 dégrés 45 minutes. Pour Midi 5 minutes & 11 heures 55 minutes, la diſtance du Soleil au Méridien eſt d'un dégré 15 minutes. Pour une heure & un quart & 10 heures trois quarts, qui ſont des points horaires également éloignés de Midi, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 18 dégrés 45 minutes; parce qu'il faut ajouter à 15 dégrés pour une heure, les 3 dégrés 45 minutes pour le quart; ce qui fait 18 dégrés 45 minutes. Pour 2 heures & demie & 9 heures & demie, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 37 dégrés 30 minutes; parce qu'il faut ajouter à 30 dégrés pour 2 heures, les 7 dégrés 30 minutes pour la demi-heure. Il en eſt de même de toutes les autres heures, quarts & minutes.

130. On appelle *angle horaire*, l'angle que fait chaque ligne horaire avec la ligne de Midi ou de 12 heures. Le ſommet de tous ces angles eſt au centre du Cadran, où toutes les lignes horaires vont aboutir, & ſe réunir à un ſeul point, qui eſt le centre du Cadran. Tous les angles horaires d'un côté du Cadran ſont tout-à-fait ſemblables & égaux à ceux de l'autre côté: ainſi il ſuffit de trouver par le calcul un côté du Cadran; le même calcul ſervira pour l'autre côté, qui par conſéquent ſe trouvera tout fait.

131. Il faut remarquer qu'on ne peut trouver, par le calcul, les angles horaires que depuis Midi jusqu'à six heures du soir; les autres angles horaires, depuis 6 heures jusqu'à 8 heures du soir, se trouvent en prolongeant les lignes horaires de 7 & de 8 heures du matin, au-delà du centre du Cadran, & en prolongeant également au-delà du centre du Cadran les 4 & 5 heures du soir, on aura les 4 & 5 heures du matin. C'est ce que nous verrons encore plus particulierement dans la suite.

132. Il s'agit présentement de procéder au calcul des angles horaires. Pour cela on fera l'analogie suivante :

Le sinus total
est au sinus de la hauteur du pôle,
comme la tangente de la distance du Soleil au Méridien pour l'heure proposée,
est à la tangente de l'angle horaire, dans le Cadran horisontal.

Remarquez attentivement tout l'énoncé de cette analogie : il y a quatre termes, dont le premier est le *sinus total*, c'est-à-dire, l'unité avec six zeros 1000000. Le second terme est un *sinus*, & c'est celui de la hauteur du pôle, que nous supposerons être 44° 50'; son sinus log. sera 984822. Le troisiéme terme est une *tangente*, & c'est la tangente du dégré de la distance du Soleil au Méridien à l'heure dont on veut sçavoir l'angle horaire. Il faudra additionner les logarithmes des deux termes moyens; c'est-à-dire, le logarithme sinus de la hauteur du pôle, & le logarithme tangente de la distance du Soleil au Méridien; de la somme on soustraira le sinus total, qui est le premier terme; le reste don-

nera le quatriéme terme cherché, qui eſt l'angle horaire propoſé.

133. Pour faire le calcul des angles horaires avec ordre & ne rien confondre, ce à quoi les commençans doivent s'aſſujettir, on fera une Table, dont on trouvera dans la ſuite un modéle. Elle ſera en ſix colomnes de haut en bas : dans la premiere colomne on mettra les heures, demi-heures, quarts & minutes que l'on ſouhaitera dans le Cadran horiſontal. Dans la ſeconde on mettra la diſtance du Soleil au Méridien convenable à chaque heure, demi-heure, quart & minute de la premiere colomne. Dans la troiſieme on mettra l'angle horaire que l'on aura trouvé par le calcul. Dans la quatriéme colomne on mettra les différences qui ſe trouvent entre chaque angle horaire, pour voir s'il ſe feroit gliſſé quelque erreur dans le calcul des angles horaires. Dans la cinquiéme on mettra les cordes de chaque angle horaire, pour ceux qui n'auront pas des échelles de cordes ; car pour ceux qui en auront, ils pourront ſe paſſer de cette colomne & de la ſuivante. Enfin, dans la ſixiéme, on mettra les différences entre chaque corde, pour ſervir de preuve à la juſteſſe du calcul des cordes des angles horaires. Nous allons donner quelques exemples de tout ce calcul, & nous choiſirons ceux où l'on pourroit trouver quelque difficulté. Nous ne ferons mention que d'un côté du Cadran, parce que l'autre côté doit être tout-à-fait égal.

Pour Midi & 5 minutes, c'eſt-à-dire, pour 5 minutes après-midi, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 1° 15′, dont la tangente eſt 833886; c'eſt le troiſiéme terme de l'analogie qu'il faut additionner avec le ſinus de l'élévation du pôle que nous avons dit être 984822

log. ſinus de 44° 50′ ſecond terme . . 984822
log. tangente de 1° 15′ troiſiéme . . 833886

Somme . . 1818708

dont il faut ſouſtraire le log. ſinus total. . 1000000

Reſte . . 818708

qui ſera le log. tangente de l'angle horaire requis; c'eſt le quatriéme terme deſiré. On cherchera dans les Tables, aux colomnes des log. tangentes, & on trouvera que ce nombre 818708 répond à 53′, non pas préciſément, mais c'eſt le plus approchant.

Pour Midi & 10 minutes, la diſtance du Soleil au Méridien, qui eſt le troiſiéme terme de l'analogie, eſt 2° 30′, dont la tangente eſt 864009 qu'il faut additionner avec le ſinus de l'élévation du pôle, qui eſt, comme auparavant, 984822; c'eſt le ſecond terme de l'analogie, (il eſt toujours le même pour tous les angles horaires, puiſque c'eſt l'élévation du pôle 44° 50′)

log. ſinus de 44° 50′ ſecond terme . . 984822
log. tangente de 2° 30′ troiſiéme . . 864009

Somme . . 1848831

de laquelle il faut ſouſtraire le log. ſinus total. 1000000

Reſte . . 848831

qui eſt le logarithme tangente de 1° 46′ (c'eſt le plus approchant), qui eſt l'angle horaire requis & le quatriéme terme de l'analogie.

Il n'eſt pas néceſſaire dans la pratique de ſouſtraire le log. ſinus total de la ſomme des deux autres termes, puiſqu'il reſte toujours la même ſomme & la premiere unité de moins. Ainſi il ſuffira de retrancher de cette ſomme la premiere unité à gauche, & la ſouſtraction du log. ſinus total ſe trouvera toute faite. C'eſt ainſi que nous ferons toujours, lorſqu'il fau-

dra ſouſtraire de quelque ſomme le log. ſinus total. Cette regle a lieu également, lorſqu'il faut additionner le log. ſinus total avec un autre nombre. Il ſuffit de mettre une unité de plus au commencement de la ſomme, & l'addition ſe trouve faite. Par exemple, je veux additionner cette ſomme 1866475 avec le log. ſinus total; je mets ſeulement 2866475, & l'addition ſe trouve faite. Autre exemple différent : je veux additionner ce nombre 864009, avec le log. ſinus total, je mets ſimplement 1864009, & l'addition ſe trouve faite. Nous ne ſuivrons pas de ſuite tous les angles horaires, parce que nous n'avons pas deſſein de faire actuellement une Table entiere des angles horaires, mais ſeulement de faire voir par quelques exemples comment on la fait.

Pour Midi & un quart, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 3° 45′, dont le log. tangente eſt 881653, qu'il faut additionner avec le log. ſinus de l'élévation du pôle.

log. ſinus de 44°. 50′. 984822
log. tangente de 3° 45′. 881653

Somme. . 1866475.

(Nous avons retranché la premiere unité à gauche, & la ſouſtraction du ſinus total ſe trouve faite.) Cette ſomme 866475 eſt le log. tangente de 2° 39′; c'eſt l'angle horaire cherché.

Pour Midi & demi, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 7° 30′, dont le log. tangente eſt 911943
log. ſinus de 44° 50′ 984822

Somme . 1896765,

qui eſt le log. tangente de 5° 18′; c'eſt l'angle horaire de Midi & demi.

Pour une heure après Midi, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 15°, dont le logarithme tangente

eſt. 942805
log. ſinus de 44° 50′ 984822

Somme . 1927627,

qui eſt le log. tangente de 10° 42′; c'eſt l'angle horaire requis, & le quatrieme terme cherché pour une heure après Midi.

Pour trois heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 45°, dont le logarithme tangente eſt 1000000 . . . . 1000000, qu'il faut additionner avec le log. ſin. de
44° 50′ 984822

Somme . 1984822,
dont il faut ſouſtraire le log. ſinus total . 1000000
Reſte . . . 984822,

qui eſt le logarithme tangente de 35° 11′; c'eſt l'angle horaire requis pour trois heures après midi, & le quatrieme terme cherché.

Remarquez dans cet exemple que le log. tangente de 45° eſt ſemblable au ſinus total, & que nous pouvions ne pas l'additionner avec le log. ſinus de la hauteur du pôle; il auroit ſuffi d'ajouter une unité avant le log. ſinus de la hauteur du pôle, comme l'on voit à la ſomme. Remarquez encore que nous pourrions nous diſpenſer de réſoudre l'analogie, puiſque le ſinus log. de la hauteur du pôle, qui eſt 984822, devient tangente log. de l'angle horaire cherché; c'eſt ainſi qu'un ſinus peut être regardé comme tangente en certains cas; mais pour lors il convient à des dégrés differens. On voit ici que ce nombre 984822 étant pris pour log. ſinus, il appartient à 44° 50′, & s'il eſt regardé comme tangente log. il convient à 35° 11′.

Pour quatre heures après Midi, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 60°, dont le logarithme tan-

gente eſt 1023856
log. ſinus de 44° 50′ 984822

Somme . . 2008678

Obſervez ici qu'au lieu de mettre la ſomme comme nous l'avons additionnée 2008678, il n'y a qu'à retrancher une unité à gauche, ainſi 1008678, & la ſouſtraction du log. ſinus total ſe trouvera faite : c'eſt donc le log. tangente de 50° 41′, qui eſt l'angle horaire cherché pour quatre heures après Midi.

Pour cinq heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 75°, dont la tangente eſt . . 1057195
log. ſinus de 44° 50′ 984822

Somme . 1042017,

où la ſouſtration ſe trouve toute faite, parce que nous en avons retranché la premiere unité ; car autrement il auroit fallu mettre 2042017, & pour lors il auroit été néceſſaire d'en ſouſtraire le log. ſinus total.

Pour 5 heures 55 minutes, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 88° 45′, dont le logarithme tangente eſt 1166114
log. ſinus de 44° 50′ 984822

Somme . 1150936,

dont la ſouſtraction du log. ſinus total eſt toute faite, & qui eſt le log. tangente de 88° 14′ ; c'eſt l'angle horaire requis, & le quatrieme terme cherché.

Pour ſix heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 90°, qui eſt l'angle droit avec la ligne de Midi ou de 12 heures ; par conſéquent il n'y a point de calcul à faire.

134. C'eſt ainſi qu'il faudra faire pour dreſſer la Table des angles horaires : on voit que ce calcul eſt fort ſimple & facile. Sitôt qu'on aura calculé quelques angles horaires, on s'en rendra la pratique familiere. Les neuf exemples que l'on vient de voir

ſont plus que ſuffiſans pour lever toutes les difficultés qui pourroient ſe préſenter. La diſtance du Soleil au Méridien eſt facile à trouver pour chaque heure, chaque quart & chaque minute du jour. La réſolution de l'analogie eſt fort ſimple; il faut ſeulement faire une grande attention à bien lire les nombres des Tables des ſinus & tangentes, de ne pas prendre les ſinus pour des tangentes, ou les tangentes pour des ſinus, & enfin ſe ſouvenir toujours de ſe ſervir des logarithmes. Sans ce ſecours les calculs deviendroient immenſes, & il faudroit être grand Arithméticien pour en venir à bout.

Il convient de s'aſſurer de la juſteſſe du calcul des angles horaires, lorſqu'on les aura tous trouvés. Il n'eſt queſtion pour cela que de chercher la différence qu'il y a d'un angle horaire à l'autre. Si ces différences ſe ſuivent aſſez bien, le calcul eſt bon, & on peut s'y fier. Si ces différences ne ſe ſuivent pas en quelques endroits, il y aura quelque erreur dans le calcul; pour lors on le refera à l'endroit où on l'a trouvé défectueux. Or le défaut peut venir ou de ce que l'on s'eſt trompé dans la diſtance du Soleil au Méridien, ou de ce que l'on a mal lû quelque nombre dans les Tables, ou de ce que l'on aura pris un ſinus pour une tangente, ou qu'au lieu de prendre le log. ſinus ou log. tangente, on aura pris un ſinus ou tangente naturelle, ou enfin de ce que l'on aura mal fait l'addition des deux termes moyens de l'analogie.

Pour trouver ces différences, il faudra commencer le calcul par la fin de la Table en rétrogradant: on réduira en minutes les dégrés de chaque angle, en y ajoutant celles qui ſont de ſurplus, s'il y en a; & on ſouſtraira le plus petit nombre du plus grand: par exemple, on commencera par le dernier angle horaire, qui eſt de 90°, c'eſt celui de ſix heures; on le réduira en minutes, en le multipliant par 60; ce qui donnera 5400 minutes. On multipliera éga-

lement les 88° qui ſuivent immédiatement de bas en haut par 60 : ce qui ſera 5280 ; à quoi on ajoutera les 14′ de ſurplus ; ce ſera en tout 5294 minutes, que l'on ſouſtraira du nombre précédent 5400 minutes : il reſtera 106, que l'on écrira entre ces deux angles horaires dans la quatrieme colomne de la Table. Ce ſera la différence qu'il y a entre ces deux angles horaires. On continuera en multipliant 86° par 60 ; ce qui donnera 5160 minutes, auxquelles on ajoutera les 27′ de ſurplus : ce ſera 5187, que l'on ſouſtraira de 5294 minutes précédentes ; reſtera 107. Ce ſera la différence entre le pénultieme angle horaire & l'antepénultieme. On continuera à calculer cette quatrieme colomne. Par ces différences on découvrira quelque erreur, s'il y en a.

135. Reſte à remplir les deux dernieres colomnes de la Table ; la cinquieme, qui doit contenir les cordes des angles horaires, pour ceux qui n'auront point une échelle des cordes ; & la ſixieme contiendra les différences de la corde d'un angle horaire à l'autre corde de l'autre angle horaire ſuivant. Nous avons dit aſſez au long, art. 114, 115, 116 & 117, que l'on peut relire, comment on trouve par les ſinus naturels les cordes pour quelque angle que ce ſoit. C'eſt par les regles que nous y avons données, que l'on remplira la cinquieme colomne de la Table. Nous ne croyons pas qu'il ſoit néceſſaire de les répéter ici.

Pour trouver les différences entre les cordes des angles horaires, on ne fera que ſouſtraire le plus grand nombre du plus petit, en commençant par le fond de la Table, & allant de ſuite en rétrogradant, comme l'on a fait pour trouver les différences entre les angles horaires. On verra ſi ces différences ſe ſuivent aſſez bien ; ce ſera une preuve que toutes les cordes des angles horaires ont été bien calculées. Voici toute la Table entiere en deux pages de ſuite.

Heures & min. du Cadran hor.	Diſt. du Sol. au Mérid.	Angles horaires.	Diff.	Cordes des angl. hor.	Diff.
Midi & 5 min.	1° 15′	0° 15′	53	15.	15
Midi 10 min.	2° 30′	1° 46′	53	30.	15
Midi 15 min.	3° 45′	2° 39′	53	45.	16
Midi 20 min.	5° 0′	3° 32′	53	61.	15
Midi 25 min.	6° 15′	4° 25′	53	76.	16
Midi 30 min.	7° 30′	5° 18′	53	92.	15
Midi 35 min.	8° 45′	6° 11′	54	107.	16
Midi 40 min.	10° 0′	7° 5′	54	123.	15
Midi 45 min.	11° 15′	7° 59′	54	138.	16
Midi 50 min.	12° 30′	8° 53′	54	154.	16
Midi 55 min	13° 45′	9° 47′	55	170.	16
1 heure.	15° 0′	10° 42′	55	186.	16
1. 5	16° 15	11° 37′	55	202.	16
1. 10′	17° 30′	12° 32′	56	218.	16
1. 15′	18° 45′	13° 28′	56	234.	16
1. 20′	20° 0′	14° 24′	56	250.	16
1. 25′	21° 15′	15° 20′	57	266.	16
1. 30′	22° 30′	16° 17′	57	282.	17
1. 35′	23° 45′	17° 14′	58	299.	17
1. 40′	25° 0′	18° 12′	58	316.	16
1. 45′	26° 15′	19° 10′	59	332.	17
1. 50	27° 30′	20° 9′	60	349.	17
1. 55′	28° 45′	21° 9′	60	366.	17
2. heures.	30° 0′	22° 9′	60	383.	18
2. 5′	31° 15′	23° 9′	62	401.	17
2. 10′	32° 30′	24° 11′	63	418.	18
2. 15′	33° 45′	25° 14′	63	436.	18
2. 20′	35° 0′	26° 17′	64	454.	18
2. 25′	36° 15′	27° 20′	65	472.	18
2. 30′	37° 30′	28° 25′	65	490.	19
2. 35′	38° 45′	29° 30′	67	509.	18
2. 40′	40° 0′	30° 37′	67	527.	19
2. 45′	41° 15′	31° 44′	68	546.	19
2. 50′	42° 30′	32° 52′	69	565.	19
2. 55′	43° 45′	34° 1′	70	584.	20
3. heures.	45° 0′	35° 11′	70	604.	20

Heures & min. du Cadran hor.	Diſt. du Sol. au Méridien.	Angles horaires.	Diff.	Cordes des angl. hor.	Diff.
3 heures 5′	46° 15′	36° 21′	73	624.	20
3 10′	47° 30′	37° 34′	74	644.	20
3 15′	48° 45′	38° 48′	74	664.	20
3 20′	50° 0′	40° 2′	76	684.	21
3 25′	51° 15′	41° 18′	77	705.	21
3 30′	52° 30′	42° 35′	78	726.	21
3 35′	53° 45′	43° 53′	79	747.	21
3 40′	55° 0′	45° 12′	80	768.	22
3 45′	56° 15′	46° 32′	82	790.	21
3 50′	57° 30′	47° 54′	83	811.	22
3 55′	58° 45′	49° 17′	84	833.	22
4 heures.	60° 0′	50° 41′	86	855.	23
4 5′	61° 15′	52° 7′	87	878.	23
4 10′	62° 30′	53° 34′	88	901.	22
4 15′	63° 45′	55° 2′	89	923.	23
4 20′	65° 0′	56° 31′	91	946.	24
4 25′	66° 15′	58° 2′	92	970.	23
4 30′	67° 36′	59° 34′	93	993.	23
4 35′	68° 45′	61° 7′	95	1016.	24
4 40′	70° 0′	62° 42′	96	1040.	24
4 45′	71° 15′	64° 18′	96	1064.	23
4 50′	72° 30′	65° 54′	98	1087.	24
4 55′	73° 45′	67° 32′	100	1111.	24
5 heures.	75° 0′	69° 12′	100	1135.	24
5 5′	76° 15′	70° 52′	101	1159.	24
5 10′	77° 30′	72° 33′	102	1183.	23
5 15′	78° 45′	74° 15′	102	1206.	24
5 20′	80° 0′	75° 57′	104	1230.	24
5 25′	81° 15′	77° 41′	104	1254.	23
5 30′	82° 30′	79° 25′	105	1277.	24
5 35′	83° 45′	81° 10′	106	1301.	23
5 40′	85° 0′	82° 56′	105	1324.	22
5 45′	86° 15′	84° 41′	106	1346.	23
5 50′	87° 30′	86° 27′	107	1369.	23
5 55′	88° 45′	88° 14′	106	1392.	22
6 heures.	90° 0′	90° 0′		1414.	

136. La Table étant faite, comme nous venons de le voir, il s'agit de tracer le Cadran. Il faut que le plan ſur lequel on doit le tracer ſoit parfaitement plan, c'eſt-à-dire, qu'il ſoit bien dreſſé, bien *dégauchi*; en ſorte qu'une regle bien droite étant appliquée deſſus en tout ſens, joigne par-tout, ſans quoi le Cadran ſeroit faux, & il ne ſeroit pas poſſible de le poſer exactement de niveau.

En général plus le plan ſera grand, plus le Cadran aura de préciſion; il convient qu'il ait depuis un pied juſqu'à trois pieds de diametre, ſi l'on doit y tracer les minutes de cinq en cinq; s'il ne doit pas être à minutes, on peut le faire plus petit, même juſqu'à deux ou trois pouces: mais il vaudra toujours mieux le faire grand; il en ſera plus juſte. On lui donnera la forme qu'on jugera à propos, ou quarrée, ou ronde, ou octogone, ou hexagone, &c. Quant à ſa matiere, il peut être fait de marbre ou grès, ardoiſe, pierre, brique, cuivre, étain, plomb, &c. mais jamais de bois, parce qu'étant expoſé aux intempéries de l'air, il ſe tourmenteroit toujours.

Pl. 7. *Fig.* 28. 137. Nous ſuppoſons quarré le plan, ſur lequel on veut tracer le Cadran, comme AEBD. Tirez la ligne AB qui paſſera par le centre du plan, & qui le partagera en deux parties égales. Diviſez à peu près en trois parties la longueur de la ligne AB; & après avoir donné les deux tiers de cette ligne, comme CB, pour la Méridienne, les centres du Cadran ſeront déterminés aux points C & I. Tirez enſuite la pendiculaire DE, qui paſſe par les centres C & I du Cadran : cette ligne DE ſera la ligne horaire de ſix heures du ſoir, & celle de ſix heures du matin.

138. Remarquez que nous conſtruiſons le Cadran à deux centres C & I, & par conſéquent il y a deux lignes pour Midi ou 12 heures, diſtantes entr'elles de toute l'épaiſſeur que l'on veut donner à l'axe, comme nous l'avons dit vers le commencement de

l'art. 123. Si on ne ſuivoit pas cette méthode de deux centres, on ſeroit obligé de ſe ſervir d'un axe extrêmement mince; ce qui ne ſeroit pas ſolide, & ne dureroit pas long-temps. *Pl. 7. Fig. 28.*

139. Du point C, comme centre, & de l'intervalle égal au rayon de l'échelle dont on doit ſe ſervir, on décrira le quart de cercle EF: on en fera autant, de l'autre côté du plan, du centre I, & par le même rayon, on décrira l'autre quart du cercle DL. Cela fait, il n'y aura plus qu'à marquer les points horaires ſur ces deux quarts de cercle; ce qui ſe fera de la maniere ſuivante.

Si l'on a une échelle des cordes, on ſe ſervira de celle dont le rayon a tracé les quarts de cercle. On prendra ſur le compas à verge la diſtance de 15 minutes, qui eſt, ſelon la Table que l'on a faite, l'angle horaire de Midi & cinq minutes, & on portera cette diſtance du point F, où le quart de cercle EF coupe la Méridienne CF ſur le même quart de cercle, en tirant vers E. On portera la même diſtance de L vers D. On marquera ainſi ces deux points horaires, par une petite interſection, ſur les quarts de cercle.

Pour Midi 10 minutes, on trouve dans la Table que ſon angle horaire eſt 1° 46′; on prendra cette diſtance ſur l'échelle des cordes, que l'on portera de F vers E, & de L vers D.

Pour une heure l'angle eſt 10° 42′, on prendra cette diſtance ſur l'échelle des cordes, & on la portera de F vers E, & de L vers D. L'on continuera ainſi à marquer tous les points horaires ſur les quarts de cercle; après quoi on tirera des lignes du centre C, qui paſſent ſur les points horaires, marqués ſur le quart de cercle FE, & ce ſeront les lignes horaires du matin. On tirera également d'autres lignes du centre I, qui paſſent ſur les points horaires, marqués ſur le quart de cercle LD, & ce ſeront les lignes horaires du ſoir.

140. Si l'on n'a pas de compas à verge, mais une ſimple échelle des cordes, on y prendra les diſtances des angles horaires avec un compas ordinaire, & on les portera ſur le plan, comme nous avons dit. Ceux qui n'ont point une échelle des cordes, pourront s'en paſſer, en ſe ſervant d'une échelle des parties égales, ſemblable à celle qui eſt ordinairement dans tous les étuis de Mathématique. Mais au lieu de ſe ſervir de la troiſieme colomne de la Table que l'on a faite, on ſe ſervira de la cinquieme, qui contient les cordes des angles horaires. On commencera par tracer les quarts de cercle, dont le rayon ſoit égal à 1000 parties de l'échelle dont on doit ſe ſervir; enſuite on prendra, avec un compas ordinaire ſur cette échelle, les diſtances des cordes pour chaque angle horaire, comme elles ſont marquées dans la Table: ce qui fera le même effet que l'échelle des cordes.

Comme ces ſortes d'échelles n'ont ordinairement que 1000 parties, & que cependant les cordes des angles horaires contenues dans la cinquieme colomne de la Table vont juſqu'à 1414; on tirera une ligne droite ſur une regle de bois, ſur laquelle on marquera la longueur entiere de 1000 parties. Je
Pl. 7. ſuppoſe que la longueur totale de 1000 parties
Fig. 29. ſoit la diſtance de A à B, & que l'on ait beſoin de prendre la diſtance de 1016 parties, on prendra celle de 16 parties ſeulement ſur l'échelle de 1000 parties, & on la portera de B en C; enſuite on ouvrira le compas ordinaire de C juſqu'en A, & on portera cette diſtance, qui ſera de 1016 parties, ſur les quarts de cercle. Ainſi pour la diſtance de 1040, qui eſt la corde de l'angle horaire de 4 heures 40 minutes. On prendra avec un compas ordinaire la diſtance de 40 parties, que l'on portera de B en D, enſuite on ouvrira le compas de D en A, & on aura la diſtance de 1040 parties. On fera de même pour

1064; on prendra ſur l'échelle de 1000 parties le nombre 64, que l'on portera de B en E. Pour 1087, on prendra la diſtance du nombre 87, que l'on portera de B en G, & ainſi des autres cordes qui ſurpaſſeront 1000.

141. Si l'échelle de 1000 parties, que l'on a, étoit trop grande pour le plan ſur lequel on veut tracer le Cadran; il faudroit prendre pour rayon des quarts de cercle LD & FE, 500 parties au lieu de 1000; mais dans ce cas, il ne faudroit prendre que la moitié des cordes des angles horaires de la cinquiéme colomne de la Table. On pourroit auſſi employer un rayon de 2000 parties, quoique l'échelle ne fût que de 1000 parties, en ſe ſervant de l'expédient que nous venons d'indiquer. Pour lors il faudroit doubler les cordes des angles horaires. Par exemple, au lieu de prendre 186 parties, qui eſt la corde de l'angle horaire, pour une heure, il faudroit 372 parties. Si le rayon étoit de 3000 parties, il faudroit tripler les cordes; ſi le rayon étoit de 4000 parties, il faudroit les quadrupler. Dans ce cas, il faudroit avoir une échelle des parties égales, qui pût contenir les nombres ſuffiſans; ou du moins, porter ſur une regle aſſez longue & bien unie, cinq ou ſix fois la longueur de l'échelle que l'on a, & y tirer des ſimples perpendiculaires. On prendroit ſur cette regle tous les milles dont on a beſoin, & les dixaines, avec les unités ſur l'échelle de 1000 parties. Par exemple: on veut 4856 parties; on prendra les 856 parties, que l'on portera ſur la regle après les 4000 parties. Ainſi on ſe tirera d'affaire dans le beſoin pour un grand Cadran, quoique l'on n'ait qu'une petite échelle de 1000 parties. Mais cela demande une grande exactitude & beaucoup d'adreſſe, pour être toujours juſte. Quand on portera pluſieurs fois la longueur de l'échelle ſur une regle, il faut le faire avec beaucoup de préci-

ſion, & marquer ſur la regle des points très-fins. Si on étoit obligé de ſe ſervir d'un rayon de 4000 parties, il faudroit que la regle fût aſſez longue pour en contenir 6000.

142. Si on avoit un grand demi-cercle de 8 à 10 pouces au moins, de rayon où les minutes fuſſent bien ſenſibles, & bien diviſé, on pourroit s'en ſervir pour marquer tous les angles horaires. On appliqueroit ſon centre ſur le centre du Cadran & ſa ligne diamétrale le long de la Méridienne. Mais il faudroit que ce demi-cercle eût une alidade avec laquelle on traceroit tous les angles horaires. Cet inſtrument ne ſeroit pas commode pour les grands Cadrans verticaux. Les échelles, ſoit des cordes, ſoit des parties égales, ſont toujours préférables.

Pl. 7. *Fig.* 28. 143. Il faudra obſerver que toutes les opérations précédentes ne doivent ſe faire qu'avec un crayon bien aigu, ou une pointe aſſez fine, pour que les lignes horaires le ſoient également. Après que tout ſera tracé au crayon, ou à la pointe, on gravera avec un burin, ou autrement, toutes les lignes horaires qui doivent être très-fines, afin que le Cadran en ſoit plus juſte. Ces ſortes de Cadrans ne ſe regardent jamais que de près; il n'y a point d'inconvénient que les lignes ſoient fines, pourvû qu'elles ſoient profondes; les chiffes des heures peuvent être gravés beaucoup plus fort. Il convient que les chiffres ne ſoient pas grands, afin de donner aux lignes horaires autant de longueur qu'il ſera poſſible. Le reſte ſe fait comme par la Méthode géométrique de tracer le Cadran horiſontal. En prolongeant les lignes horaires de 4 & 5 heures du ſoir au-delà du centre I, on aura les 4 & 5 heures du matin; & en prolongeant au-delà du centre C, les 7 & 8 heures du matin, on aura les 7 & 8 heures du ſoir. Il en ſera de même des minutes, quarts & demi-heures; mais il faut remarquer que les 7

&

& 8 heures du ſoir, de même que leurs demi-heures, quarts & minutes, qui ſuivent les 6 heures du ſoir, doivent partir du centre C; & celles qui précedent les 6 heures du matin, doivent partir du centre I; de façon, par exemple, que la regle étant poſée ſur la ligne horaire de 5 heures du ſoir, elle paſſe ſur le centre I, & trace la ligne horaire de 5 heures du matin.

SECTION III.

Poſer l'axe & orienter le Cadran horiſontal.

144. L'AXE du Cadran horiſontal ſera toujours mieux en cuivre ou laiton, qu'en fer ou toute autre matiere. Son angle DBA doit être égal à la hauteur du pôle ſur l'horiſon. On trouvera cet angle par la même méthode que les cordes des angles horaires (ſuppoſé que l'on n'ait point une échelle des cordes). Dans notre exemple, la hauteur du pôle eſt de 44° 50′. Pour trouver ſa corde, je prends la moitié de 44° 50′, qui eſt 22° 25′, je cherche ſon ſinus naturel, qui eſt 3813393; je double ce ſinus, ce qui fait 7626786. Je retranche les quatre derniers chiffres, & j'ajoute une unité à ceux qui reſtent: ainſi j'ai la corde de l'angle cherché de 44° 50′; ce nombre 763 parties eſt cette corde. On tirera donc une ligne BD, qui ſera la baſe de l'axe; du point B, comme centre, & de l'intervalle de 1000 parties de l'échelle dont on ſe ſert, on décrira l'arc DE. Enſuite on prendra ſur la même échelle la diſtance de 763 parties, que l'on portera ſur l'arc depuis D vers E: on y marquera un point; & du ſommet B on tirera une ligne BA, qui paſſe ſur ce point; on aura l'angle requis de 44° 50′. Si l'axe doit être poſé ſur un Cadran de

Pl. 8. Fig. 30. Fig. 31.

Pl. 8. *Fig.* 30. *Fig.* 31. pierre assez épaisse, on y fera deux ou trois tenons CCC, avec un trou à chacun, pour le sceller en plomb. Il convient de lui donner une épaisseur suffisante, selon sa grandeur; s'il a, par exemple, un pied ou 15 pouces de longueur, on le fera de 6 ou 8 lignes d'épaisseur, & on donnera cette même distance aux deux lignes de Midi; c'est pourquoi on fera bien de ne point tracer le Cadran que l'axe ne soit fait. On aura moins de travail. La ligne BA s'appelle la *longueur de l'axe*.

Cette longueur de l'axe doit se déterminer sur la distance qu'il y a depuis le centre du Cadran, jusqu'aux lignes horaires les plus courtes, près de la Méridienne, même un peu plus longue, afin que son ombre la plus courte, qui est à Midi, le Soleil étant au solstice d'Eté, puisse les atteindre. Si le Cadran n'est pas à minutes, l'axe ne sera pas si long. Si la distance du centre est, par exemple, d'un pied, jusqu'aux lignes les plus courtes, l'axe doit avoir environ 12 pouces 6 lignes.

145. Le Cadran étant gravé, on y fera les trous convenables pour sceller l'axe. Ces trous seront un peu plus grands dans leur fond qu'à l'entrée. On y ajustera l'axe, de façon que sa base joigne bien sur le plan, & que le bout inférieur B de l'axe soit précisément posé sur le centre, & exactement dans le milieu de l'espace entre les deux lignes de Midi. On le mettra bien perpendiculaire au plan, au moyen d'une équerre que l'on présentera de chaque côté. On pourra le fixer avec quelques coins de bois, & on ne laissera qu'un seul trou vuide, pour y verser le plomb fondu. Lorsqu'on aura rempli un trou, & que le plomb sera un peu refroidi, on ôtera les coins des autres trous, & on les remplira également. Le plomb étant froid, on le battra avec un marteau, pour le consolider, & on coupera peu à peu tout le superflu avec un ciseau de Menuisier. Si on trouvoit que

l'axe penchât un peu plus d'un côté que de l'autre, on pourroit le faire revenir en battant un peu le plomb avec un marteau.

Si le Cadran étoit de quelque matiere mince, comme ardoiſe, cuivre, étain, ou plomb, &c. on pourroit arrêter l'axe par deſſous, ſoit avec des vis ou clavettes, ou bien le ſouder.

146. Le Cadran étant entierement fini, il s'agit de l'orienter, & de le mettre parfaitement de niveau. Ce ſont deux opérations qui ſe font néceſſairement enſemble. Car ſuppoſé qu'on l'ait mis bien de niveau, il riſque de n'être pas bien orienté; & pour le remettre bien orienté, on lui fait perdre ſon parfait niveau; ces deux opérations ne ſont pas aiſées à faire : voici comment on y pourra réuſſir.

La meilleure maniere d'orienter le Cadran, eſt de s'aſſurer de l'heure de Midi, ſoit par un autre Cadran que l'on ſçaura être bien fait, ſoit encore mieux par une Méridienne horiſontale que l'on peut tracer à portée du Cadran horiſontal. Nous enſeignerons dans le chapitre 9[e] de ce Traité, la maniere de tracer cette Méridienne horiſontale.

Il faut d'abord poſer le Cadran en ſa place, l'orienter auſſi près que l'on pourra, à quelque minute près, s'il eſt poſſible, & le mettre parfaitement de niveau en tout ſens; ce qui s'exécutera très-bien au moyen d'un bon niveau d'air : ce ſont preſque les ſeuls qui ayent aſſez de préciſion. Au défaut d'un niveau d'air, on pourra en employer un ordinaire, comme nous l'avons dit dans le chapitre des Inſtrumens. On orientera à peu près le Cadran avec une Montre miſe à l'heure la veille. Nous ſuppoſons donc que l'on a une Méridienne horiſontale auprès du Cadran horiſontal. Il faut, au moment de Midi de la Méridienne horiſontale, mettre une Montre ſur le Midi, & tout de ſuite voir de quel côté il faut tourner le Cadran, pour lui faire marquer Midi

en même-tems, & le tourner à l'inſtant. Comme il perd ſon parfait niveau, il eſt néceſſaire de le remettre de niveau, & attendre que Midi un quart ſoit venu, pour voir s'il ſe rencontre bien préciſément avec la Montre; s'il n'eſt pas bien, il faut le remuer encore & le remettre de niveau, & examiner à Midi & demi s'il ſera bien conforme à la Montre; s'il n'y eſt pas encore, il y faut retoucher & l'examiner de nouveau à Midi trois quarts; enfin jusqu'à une heure après Midi, & juſqu'à ce qu'il aille bien.

Le lendemain, ou un autre jour, ſi le lendemain le Soleil n'éclaire point, on verra ſi le Cadran marque Midi juſte au même moment que la Méridienne le marquera, & remettre promptement la Montre. Si le Cadran n'eſt pas encore bien, il faut y retoucher, & l'examiner à Midi & un quart. Enfin, lorſqu'on ſera aſſuré qu'il eſt bien orienté & parfaitement de niveau, on l'arrêtera, ſoit avec du plâtre ou autrement.

Pour placer le niveau comme il faut, on ſe ſervira d'une regle dont la largeur ſoit exactement égale d'un bout à l'autre & bien droite; on l'appliquera ſur ſon côté le long de l'axe, & on poſera le niveau ſur la regle: lorſqu'on aura nivellé le Cadran en ce ſens, on appliquera la regle ſur la ligne de ſix heures; on poſera le niveau ſur la regle, & on nivellera encore le Cadran en ce ſens. On remettra la regle du côté de la Méridienne, avec le niveau deſſus, pour voir ſi le premier nivellement n'a pas été dérangé; c'eſt ainſi que l'on préſentera la regle & le niveau en ces deux ſens, juſqu'à ce que le Cadran ſoit bien de niveau; car cela eſt eſſentiel.

Quand le Cadran ſera bien de niveau, on peut éprouver ſi l'axe eſt exactement poſé à angles droits, en ſuſpendant un plomb pointu par le bas, & l'appliquant au côté du bout ſupérieur de l'axe. Si la

pointe du plomb tombe sur une Méridienne, & que le plomb étant changé de l'autre côté du bout de l'axe, sa pointe touche encore l'autre Méridienne ou ligne de 12. heures, l'axe est bien posé. Du reste, il faut que le bout du Cadran où est le centre soit tourné du côté du Midi ou du Sud, & le côté opposé vers le Septentrion.

147. Quoique le Cadran soit fait exactement & bien orienté, on pourra y remarquer une petite erreur à certaines heures, soit avant, soit après Midi. On trouvera qu'il avance un peu le matin, & retarde un peu le soir. Cela vient de ce que la réfraction des rayons de lumiere, causée par l'air, fait paroître le Soleil plus élevé qu'il n'est, d'une quantité qui diminue à proportion que le Soleil s'approche du Méridien. Ainsi l'erreur est d'autant moindre, que les heures marquées par le Cadran, sont moins éloignées de Midi. Cette erreur est même insensible vers les dix ou onze heures avant Midi, & vers une heure ou deux heures après Midi en Eté, parce que le Soleil est fort élevé à ces heures-là; mais à Midi il n'y a jamais aucune erreur. Il faut encore remarquer qu'en Hyver l'erreur est plus grande qu'en Eté, parce qu'en ce tems-là le Soleil est beaucoup plus bas qu'en Eté.

148. Si l'on avoit un Cadran horisontal tout fait pour une latitude particuliere & différente de celle du lieu où on voudroit le faire servir, on pourroit lui faire marquer juste les heures par la maniere de le placer. Si, par exemple, le Cadran étoit tracé pour la hauteur du pôle de 49 dégrés, & qu'on voulût le poser dans un lieu dont la latitude ne fût que de 43 dégrés, il faudroit le poser en pente, & l'élever du côté du centre qui regarde le Midi, l'élever, dis-je, de 6 dégrés au dessus du niveau, afin que son axe devienne parallele à l'axe du Monde; car les axes de tous les Cadrans, quels qu'ils soient,

doivent avoir cette ſituation. Si le lieu où l'on doit placer le Cadran a ſa latitude plus grande que celle pour laquelle le Cadran a été tracé, par exemple, de 54 dégrés, il faudra élever le côté du Cadran tourné vers le Septentrion de 5 dégrés. Du reſte, il faut qu'il ſoit bien orienté, & parfaitement de niveau de l'Orient à l'Occident, quoiqu'il ſoit en pente du Midi au Septentrion.

CHAPITRE V.

Des Cadrans que l'on appelle réguliers.

QUOIQUE le Cadran horiſontal, dont nous venons de parler au Chapitre précédent, ſoit du nombre de ceux que l'on appelle *réguliers*, nous avons pourtant cru devoir en faire un Chapitre à part, & le mettre, pour ainſi dire, dans une claſſe particuliere pour le traiter aſſez au long, & avec beaucoup de ſoin, à cauſe de ſon utilité, & du grand uſage que l'on en fait. Outre le Cadran horiſontal, il y en a d'autres que l'on appelle *réguliers*, parce qu'ils ne déclinent point du tout. Ils peuvent ſe réduire à trois eſpeces, ſçavoir, le *vertical méridional* & *ſeptentrional*, le *vertical oriental* & *occidental*, l'*équinoxial* & le *polaire*, qui ſe poſent dans une ſituation inclinée. Nous avons donné la définition de ces trois eſpeces de Cadrans aux articles 80, 84 & 85, ainſi nous paſſerons tout de ſuite à la diviſion de ce Chapitre en trois Sections: dans la premiere nous traiterons des Cadrans verticaux tourné vers le Midi, & de ceux qui ſont tournés vers le Septentrion non déclinans; dans la ſeconde nous parlerons des Cadrans orientaux & occidentaux, & dans la troiſieme nous donnerons la deſcription de l'équinoxial & du polaire.

SECTION PREMIERE.

Cadrans verticaux méridionaux & ſeptentrionaux non déclinans.

149. AVANT que de tracer un Cadran ſur un mur, il faut faire préparer l'endroit où l'on veut le placer, afin qu'il ſoit bien plan, c'eſt-à-dire, bien droit en tout ſens & bien à plomb. On trouve difficilement des ouvriers qui y regardent d'aſſez près; il faut donc les conduire ſoi-même. Voici comment on s'y prendra.

On commencera par ôter tout l'ancien mortier qui couvre le mur, (s'il eſt crépi), juſques dans les joints des pierres. On compoſera ainſi le nouveau mortier : on aura un bon tiers de chaux qui ne ſoit pas recemment éteinte, deux tiers de gros ſable, & une partie conſiderable de brique pilée que l'on appelle *ciment*. On gâchera le tout avec de l'eau ſuffiſamment, juſqu'à ce qu'il ſoit bien incorporé enſemble. Si on craint que ce mortier ne fende, on y mêlera une quantité conſiderable de bourre, que l'on battra bien auparavant, afin de la défaire exactement. Tout étant bien mêlé, on mouillera abondamment le mur, & l'on y donnera une couche de crépi avec ce mortier.

Lorſqu'il ſera bien ſec, on fera aux deux extrémités du plan, c'eſt-à-dire aux deux côtés, une bande de plâtre de haut en bas : mais il faut placer ces deux bandes de plâtre hors de l'étendue du plan du Cadran. Si le plan eſt fort grand, comme de 8 ou 10, ou 12 pieds, on en fera une autre au milieu. Ces bandes doivent être exactement à plomb, & toutes les trois ſur la même ligne ; ce que l'on pourra

voir en appliquant horiſontalement une grande regle recemment dreſſée. Si elle touche les trois bandes à la fois en la faiſant couler de haut en bas, & la poſant obliquement de deux ſens, les trois bandes ſeront bien faites. Il faut prendre garde qu'à meſure qu'elles ſéchent, elles perdent de leur juſteſſe; il faut avoir ſoin de les rectifier.

Les trois bandes étant bien ſéches & droites, on verra ſi les entre-deux ſont aſſez profonds pour recevoir une autre couche de crépiſſage, comme le premier : mais on ne paſſera jamais aucune couche de mortier que le premier ne ſoit ſec; on mouillera bien le plan, & on paſſera l'autre couche de crépiſſage avec le même gros mortier. Lorſque cette couche ſera bien ſéche, on préſentera la regle ſur les bandes de plâtre, & on verra ſi cette ſeconde couche touche preſque la regle. Pour lors on fera le même mortier qu'auparavant, mais ſans y mêler de bourre; on paſſera à travers un tamis de crin le ſable & le ciment; & avec ce mortier qui ſera fin comme du plâtre, on paſſera par-tout un enduit que l'on unira ſoigneuſement avec le bouclier. Il ne faut pas manquer auſſi de mouiller le plan avant que d'y paſſer ce dernier enduit. A tout moment on préſentera la regle, & on fera enſorte qu'elle touche par-tout également. On prendra garde de ne pas faire plier la regle en la préſentant ſur le plan. Il faut même la viſiter chaque jour avant que de s'en ſervir, & la faire redreſſer, ſi elle en a beſoin.

Cette derniere couche doit être fort mince, ſi l'on veut réuſſir; c'eſt pourquoi on doit mettre du gros mortier ſuffiſamment, pour que le plan ſoit preſque droit, & il doit être parfaitement ſec avant que de paſſer l'enduit de mortier fin. Si l'on mettoit un enduit épais, il perdroit ſa droiture & ſon égalité en ſéchant; il faudroit toujours y revenir, & l'on auroit peine à réuſſir.

Avant que cet enduit ſoit ſec, on ôtera la bande de plâtre du milieu, & après avoir mouillé l'endroit où elle étoit, on le remplira avec du gros mortier; lequel bien ſec, on y paſſera le même enduit de mortier fin qu'à tout le reſte du plan, faiſant en ſorte qu'il n'y paroiſſe aucune repriſe. Tout étant fait & reconnu bien plan, on ôtera les autres bandes de plâtre, & l'on donnera au plan du Cadran la forme que l'on jugera à propos.

Si le mur ſur lequel on fait le plan du Cadran eſt bâti en moilon, il faut voir les endroits à peu près où l'on aura beſoin de faire les trous pour ſceller l'axe, & faire mettre des pierres de taille. Cette opération doit ſe faire avant que de paſſer aucun crépi.

Le plan étant fini & bien ſec, on y paſſera une couche d'huile de lin ou de noix bien chaude, ſans aucune préparation, & l'on continuera de ſuite à paſſer de l'huile tant que le plan peut s'en imbiber, ſans attendre qu'elle ſéche, afin qu'elle s'imbibe dans le mortier, & le pénetre auſſi avant qu'il ſe pourra. Après que ces couches d'huile ſeront parfaitement ſéches, ce qui arrivera en douze ou quinze jours, on y paſſera une couche de céruſe à l'huile, que l'on laiſſera bien ſécher, & après on cherchera ſi le mur décline, comme nous l'enſeignerons au Chapitre ſuivant. La blancheur de la céruſe ſe conſervera mieux, ſi elle eſt exactement broyée, & qu'on l'employe auſſi épaiſſe que l'on pourra. Moins il y aura d'huile, moins la céruſe rouſſira. On fera bien de ne point préparer l'huile: elle ſera plus long-temps à ſécher; mais auſſi le blanc ternira moins.

150. Lorſque l'on rencontrera un mur bien directement tourné vers le Midi, il ſera très-facile d'y tracer un Cadran ſolaire: mais il faut s'aſſurer qu'il ne décline point du tout, par les moyens que nous indiquerons dans le Chapitre ſuivant. S'il n'y a point de

déclinaison, il faudra imiter en tout les mêmes opérations du Cadran horisontal.

Pl. 6. Fig. 27. Si on veut suivre la méthode géométrique, on suivra celle que nous avons donné, art. 123; mais au lieu de tirer la ligne EF qui fasse un angle égal à l'élévation du pôle avec la Méridienne, lequel est de 44° 50′, comme nous l'avons supposé, il faudra faire cet angle FEB égal au complément de l'élévation du pôle, qui est 45° 10′, & faire tout le reste comme nous l'avons détaillé. Il ne faudra pas le faire à deux centres, mais à un seul. Les heures du matin seront posées du côté de l'Occident, & les heures du soir du côté de l'Orient. Ce Cadran ne peut marquer les heures que depuis les six heures du matin jusqu'à six heures du soir; par conséquent, il n'en faut point d'autres qui précédent six heures du matin, ni qui suivent les six heures du soir.

151. Si l'on veut suivre la méthode du calcul, qui est sans contredit la meilleure, c'est encore la même chose que pour le Cadran horisontal: il suffit de changer le second terme de l'analogie du Cadran horisontal, qui dit: *le sinus total est au sinus de la hauteur du pôle, comme la tangente de la distance du Soleil au Méridien est à la tangente de l'angle horaire dans le Cadran horisontal;* & en changeant le second terme de l'analogie, il faut dire: *le sinus total est au sinus du complément de la hauteur du pôle, comme la tangente*, &c. Lorsque nous avons traité du calcul pour le Cadran horisontal, nous nous sommes servis, pour exemple, de l'élévation du pôle de 44° 50′, qui étoit le second terme de l'analogie; mais ici il faut prendre pour le second terme de l'analogie du Cadran vertical non déclinant 45° 10′, qui est le complément de 44° 50′. Exemple, on veut trouver l'angle horaire de deux heures après Midi: la distance du Soleil au Méridien est pour lors de

30 dégrés, son log. sinus sera 976144,
qu'il faut additionner avec le log. sinus de
45° 10'. 985074

Somme . . 1961218,

dont la soustraction se trouve faite en retranchant la premiere unité; c'est la tangente de l'angle horaire cherché. Or ce nombre 961218 se trouve dans la Table le log. tangente de 22° 16', qui est l'angle horaire de deux heures après Midi. C'est ainsi qu'il faut faire le calcul pour tous les angles horaires du Cadran vertical du Midi non déclinant.

152. L'axe de ce Cadran sera posé sur la Méridienne, qui est en même temps la soustylaire, lorsqu'il n'y a point de déclinaison, & son angle sera égal au complément de l'élévation du pôle du lieu où se fait le Cadran. Nous expliquerons assez au long, vers la fin du Chapitre suivant, la maniere de poser l'axe.

153. Le Cadran septentrional non déclinant est celui que l'on décrit sur un mur directement tourné vers le Nord ou Septentrion; c'est précisément l'opposé du vertical méridional non déclinant, dont nous venons de parler. Sa description est fort simple. Appliquez contre le mur un Cadran horisontal, le centre en bas, & changez l'angle de l'axe sur la Méridienne, parce qu'il ne doit pas être égal à l'élévation du pôle comme au Cadran horisontal, mais au complément de cette élevation, comme au Cadran méridional vertical; les angles horaires seront les mêmes que ceux de ce dernier. *Pl. 9. Fig. 37.*

Ce Cadran ne pouvant être éclairé que lorsque le Soleil est dans la partie septentrionale du Monde, c'est-à-dire, depuis l'Equinoxe du mois de Mars jusqu'à celui du mois de Septembre, on en retranchera toutes les heures qu'il ne peut pas marquer, sçavoir, les 9, 10, 11, 12, 1, 2 & 3 heures, on

n'y laissera que les 4, 5, 6, 7 & 8 heures du matin, & les 4, 5, 6, 7 & 8 heures du soir. Celles du matin seront tracées du côté occidental du Cadran, c'est-à-dire, à la droite de celui qui regarde le Cadran, & les heures du soir à la gauche.

Ce Cadran ayant le centre en bas par sa situation renversée, son axe qui regarde en haut doit être posé sur la Méridienne, laquelle dans ce Cadran est la ligne de Minuit. Pour mieux concevoir la situation de l'axe, imaginez-vous que celui qui est planté sur le vertical méridional traverse le mur de part en part, & a autant de saillie du côté du Septentrion que du côté du Midi. Cette disposition de l'axe est celle du Cadran septentrional. Cet axe, supposé prolongé à l'infini vers le Midi & du côté du Nord, en ligne droite, aboutiroit aux deux pôles du Monde. Telle doit être la situation ou la position des axes de tous les Cadrans.

154. Plus simplement encore; renversez & tournez de haut en bas un Cadran vertical méridional, & vous aurez le vertical septentrional. L'axe alors sera dans sa vraye position, & les angles horaires seront les mêmes; mais il faudra prolonger au-delà du centre les lignes horaires de sept & huit heures du matin, pour avoir les sept & huit heures du soir, & prolonger aussi au-delà du centre les quatre & cinq heures du soir, pour avoir les quatre & cinq heures du matin. *Voyez la fig. 37.*

SECTION II.

Cadrans orientaux & occidentaux.

155. LES Cadrans oriental & occidental sont tracés l'un & l'autre sur le plan du Méridien du lieu; le premier regarde directement du

côté de l'Orient, & le second du côté de l'Occident, sans aucune déclinaison; c'est de quoi il faut bien s'assurer avant que de le tracer, par les méthodes que nous donnerons dans le Chapitre suivant. Voici donc la construction géométrique du Cadran oriental.

156. Tirez la ligne horisontale HR, & choisissez sur cette ligne le point que vous voudrez pour le pied du style P, dont le bout supérieur doit marquer les heures; on tirera une ligne EN qui passe par le point P, & qui fasse avec la ligne HR un angle égal au complément de l'élévation du pôle sur l'horison du lieu. Cette ligne EN sera l'Equinoxiale. Menez ensuite la ligne CA qui passe par le pied du style, & qui fasse avec la ligne HR un angle égal à l'élévation du pôle, qui se rencontrera à angles droits avec l'Equinoxiale EN; la ligne CA sera la ligne horaire de 6 heures du matin, & sera aussi la soustylaire. *Pl. 9. Fig. 32.*

157. Après avoir tracé ces lignes, on tire les horaires de la maniere suivante. On prend sur la soustylaire CA le point A, autant éloigné que l'on voudra du point P, selon la grandeur que l'on donne au Cadran; autour de ce point A on décrit un demi-cercle, dont le rayon est d'une longueur arbitraire. On divise ce demi-cercle en douze parties égales, en commençant au point P, par lequel passe la soustylaire; & ensuite du centre A du demi-cercle, on tire des lignes ponctuées qui passent par les points de division du demi-cercle, & qui soient prolongées jusqu'à l'Equinoxiale EN; elles marqueront les points horaires sur cette Equinoxiale : en tirant donc par ces points horaires des lignes paralleles à la soustylaire CA, elles seront des lignes horaires, dont la soustylaire sera celle de 6 heures du matin. Les paralleles qui sont au dessus de la soustylaire, marqueront les heures qui précedent la sixieme, c'est-à-dire,

Pl. 9. la cinquieme & la quatrieme ; & celles qui ſont au
Fig. 32. deſſous de la ſouſtylaire déſigneront les heures d'avant Midi, après la ſixieme.

158. Si on poſe un ſtyle ſur le point P, ou qu'on le plante ailleurs, mais de façon qu'étant recourbé, ſon ſommet ſoit perpendiculairement ſur le point P, & que ſa hauteur, c'eſt-à-dire, la diſtance depuis le point P juſqu'à ſon ſommet, ſoit égale à la diſtance que l'on a donnée depuis P juſqu'à A, le ſommet de ce ſtyle marquera les heures par ſon ombre. Mais ſi au lieu d'un ſtyle qui ne marque l'heure que par l'ombre de ſon ſommet, on veut y mettre un axe, ce qui ſera mieux; cet axe doit être parallele dans toute ſa longueur au plan du Cadran & à toutes les lignes horaires, c'eſt-à-dire, qu'il ne ſoit pas plus éloigné du plan du Cadran d'un bout que de l'autre. Quant à ſa hauteur, elle doit être la même que celle d'un ſtyle, dont le ſommet devroit atteindre dans le
Fig. 38. centre de la groſſeur de l'axe, qui d'ailleurs doit être poſé à angles droits ſur la ligne de 6 heures, qui eſt la ſouſtylaire. La longueur de l'axe ſera arbitraire : on ne mettra point de ſtyle ſi on employe un axe; & cet axe tiendra dans le mur par un pied de même hauteur à chaque bout. On remarquera que l'axe ainſi poſé eſt parallele à l'axe du Monde. Ce Cadran ne peut marquer les heures que depuis le matin au lever du Soleil juſqu'à onze heures.

Si l'on veut y marquer les demi-heures ou les quarts, on diviſera chaque arc du demi-cercle en deux ou
Fig. 32. en quatre parties égales, & enſuite par le point A
Fig. 34. & par les diviſions du demi-cercle, on marquera, comme auparavant, les points horaires ſur l'Equinoxiale, ſur leſquels on tirera des paralleles aux autres lignes horaires que l'on diſtinguera des autres. Ces ſortes de Cadrans n'ont point de centre étant polaires, puiſqu'ils ſont dans le plan de l'axe du Monde.

159. Le Cadran occidental eſt préciſément le même, mais dans une ſituation renverſée ; au lieu d'y marquer les heures du matin, comme 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, il faudra mettre celles du ſoir, comme 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 & 8 heures. La ligne de 6 heures eſt toujours la ſouſtylaire ; on poſera l'axe dans une ſituation parallele à cette ligne. Si l'on traçoit un Cadran oriental ſur une feuille de papier huilé, & qu'étant tourné de l'autre côté, (mais non de haut en bas), on le regardât à travers le papier, on verroit un Cadran oriental tout tracé. *Pl. 9. Fig. 32. Fig. 34.*

160. Si l'on veut trouver les angles horaires par le calcul, après avoir tiré la ligne HR, CA & EN, qui eſt l'Equinoxiale, on trouvera les points horaires par le calcul ſans décrire le demi-cercle & ſans le diviſer. Il ſuffira de trouver les tangentes naturelles de chaque angle horaire ſur l'Equinoxiale, en cette ſorte. *Fig. 32. Fig. 34.*

Il faut toujours partir de la ligne de 6 heures CA qui paſſe par le point P, & dire ; la diſtance du Soleil depuis 6 heures juſqu'à 7 & juſqu'à 5 (qui précéde la ſixieme heure), eſt de 15 dégrés. On cherche dans les Tables la tangente naturelle de 15 dégrés, qui eſt 268, en retranchant les quatre derniers chiffres, on portera donc ſur l'Equinoxiale de part & d'autre du point P de 6 heures, la diſtance de 268 parties de l'échelle dont on ſe ſert, & on marquera les points horaires de 5 & de 7 heures. Je ſuppoſe ici que l'on donne au ſtyle ou à l'axe la hauteur de 1000 parties de la même échelle ; car ſi on n'en donnoit que 500 parties, il ne faudroit prendre que la moitié du nombre trouvé à la tangente ; & ſi l'on donnoit, par exemple, 2000 ou 3000 parties, on doubleroit ou tripleroit le nombre de la tangente. Pour faire la ſuite des angles horaires, on dira : la diſtance du Soleil depuis 6 heures juſqu'à 8 & à 4 eſt de 30 dégrés. Je trouve que la tangente naturelle de 30 dégrés eſt de 577, on la prend ſur l'é-

Pl. 9. *Fig. 32.* *Fig. 34.* chelle, & on la porte sur l'Equinoxiale depuis le point P de part & d'autre, & on a les points horaires de 4 & de 8 heures. Pour 9 heures, la distance du Soleil depuis 6 heures jusqu'à 9 heures est de 45 dégrés, dont la tangente naturelle est de 1000 parties, on la porte sur l'Equinoxiale, en partant toujours du point P. Pour 10 heures, la distance du Soleil de 6 heures jusqu'à 10 est de 60 dégrés, dont la tangente est de 1732, & ainsi des autres points horaires. Lorsqu'on les aura tous marqués sur l'Equinoxiale, on tirera des paralleles à la ligne CA qui passent par ces points. Si on veut marquer les demi-heures & les quarts, on dira, par exemple: pour 7 heures & demie la distance du Soleil est de 22 dégrés 30 minutes; on cherchera la tangente naturelle de 22 dégrés 30 minutes, & on aura le point horaire de 7 heures & demie & de 4 heures & demie. Pour 6 heures & demie & pour 5 heures & demie, la distance du Soleil est de 7 dégrés 30 minutes; on en cherchera la tangente que l'on portera sur l'Equinoxiale de part & d'autre du point P: on fera de même pour toutes les autres demi-heures, en ajoutant 7 dégrés 30 minutes à la distance du Soleil pour l'heure; pour les quarts on ajoutera 3 dégrés 45 minutes à la distance du Soleil. En un mot, on se conformera, comme on a vû, au Cadran horisontal, excepté qu'au lieu de prendre la distance du Soleil au Méridien, on la prendra depuis 6 heures jusqu'à l'heure proposée; en sorte que s'il y a une heure depuis la sixieme, la distance du Soleil est de 15 dégrés; s'il y en a deux, la distance du Soleil est de 30 dégrés, &c.

On voit ici que quoique nous appellions cette méthode la maniere de trouver les points horaires sur l'Equinoxiale par le calcul, cependant il n'y en a point à faire; il se trouve tout fait dans la colomne des tangentes naturelles.

161. Nous

161. Nous dirons encore en paſſant que l'on pourroit fort bien employer cette même méthode pour le Cadran horiſontal ; elle eſt même conſeillée comme préférable à toutes les autres par pluſieurs ſçavans Auteurs : mais comme on eſt obligé de tracer l'Equinoxiale, qui eſt une ſuite de pluſieurs autres opérations, ſi cette Equinoxiale n'eſt pas bien préciſément tirée, comme il arrive bien ſouvent, tous les points horaires ſe trouveront faux. Nous penſons qu'un Cadran ſera d'autant plus juſte, qu'il y aura moins de lignes à tirer, & moins d'opérations à faire. Tirer des lignes avec préciſion & juſteſſe ; bien manier la regle & le compas, c'eſt une choſe plus rare qu'on ne penſe. Ainſi la méthode que nous avons donnée pour le Cadran horiſontal nous paroît la meilleure. Nous ſuivrons la même pour les verticaux déclinans, comme on le verra dans le Chapitre ſuivant.

SECTION III.

Le Cadran équinoxial & le polaire.

162. LE Cadran équinoxial eſt de deux eſpeces ; l'équinoxial ſupérieur & l'équinoxial inférieur. Celui-ci regarde le Midi, & le ſupérieur eſt tourné vers le Septentrion. Voici la maniere de tracer l'équinoxial ſupérieur.

Du centre C décrivez la circonférence AEBF de la grandeur qu'il vous plaira ; diviſez-la en quatre parties égales par les diametres perpendiculaires AB & EF ; diviſez chaque quart de cercle en ſix parties égales ; ce qui peut ſe pratiquer de la maniere ſuivante. *Pl. 9. Fig. 33.*

Ouvrez d'abord le compas de telle ſorte, que la

Pl. 9. Fig. 33. diſtance de ſes deux pointes ſoit égale au rayon du cercle, & appliquez-en une ſur le point E, & l'autre ſur l'autre point déſigné par G. L'arc EG entre ces deux points E & G ſera la ſixieme partie de la circonférence, ou la troiſieme de la demi-circonférence, parce que la corde de la ſixieme partie de la circonférence eſt égale au rayon ; enſuite laiſſant une des pointes ſur G, portez l'autre ſur un autre point H de la demi-circonférence : elle ſera partagée en trois arcs égaux EG, GH & HF, dont chacun ſera la troiſieme partie de la demi-circonférence. Après cela diviſez chacun de ces arcs en deux parties égales à l'arc BG ou BH, la demi-circonférence ſera coupée en ſix parties égales. Enfin ſi on diviſe encore par moitié chacune de ces parties, on aura la demi-circonférence diviſée en douze parties égales.

Cette opération faite, tirez les lignes horaires du centre C à chaque point de diviſion, & les prolongez au-delà du centre juſqu'à l'autre demi-circonférence, pour les heures ſeulement convenables avant la ſixieme du matin & après la ſixieme du ſoir. Fixez enſuite dans le centre du cercle un ſtyle de la hauteur que vous voudrez, bien perpendiculaire au plan du Cadran, & il ſera fini.

163. Pour orienter ce Cadran, il faut le mettre en pente, de façon que le point A ſoit en haut, que la ligne AB ſoit bien parallele au Méridien du lieu, & le plan du Cadran bien parallele à l'Equateur, c'eſt-à-dire, qu'il faut que le deſſus du Cadran qui doit regarder le Septentrion, ſoit élevé de maniere à faire un angle ſur l'horiſon ou le niveau, égal au complément de l'élévation du pôle. Le Cadran ainſi diſpoſé, aura ſon axe parallele à l'axe du Monde, & ſon ombre marquera les heures depuis le lever du Soleil juſqu'à ſon coucher, & cela de l'Equinoxe du mois de Mars juſqu'à celui du mois de Septembre : ce ſera un équinoxial ſupérieur.

Pour avoir l'équinoxial inférieur, on le tracera de la même façon que le ſupérieur; mais on retranchera les heures avant les ſix heures du matin, & celles qui ſuivent les ſix heures du ſoir; parce que l'Equinoxial inférieur ne peut être éclairé que depuis l'Equinoxe de Septembre juſqu'à celui du mois de Mars, où le Soleil ne ſe leve jamais avant ſix heures du matin, & ne ſe couche jamais après ſix heures du ſoir. On peut faire d'une ſeule piece, & par un ſeul plan, un Cadran équinoxial ſupérieur ſur la ſurface ſupérieure, & un inférieur ſur la ſurface inférieure.

164. Pour être aſſuré que le Cadran équinoxial eſt poſé bien parallelement à l'Equateur, on pourra faire une piece de bois, ou encore mieux de pierre, & la tailler avec ſoin, pour qu'elle faſſe un angle égal au complément de l'élévation du pôle, poſer cette pierre de ſorte que ſon deſſous ſoit bien de niveau, & par deſſus poſer le Cadran équinoxial, de maniere que ſa ſurface ſoit tournée du côté du Septentrion. Du reſte, on prendra toutes les précautions que nous avons indiquées art. 146 & 148.

165. Le Cadran polaire eſt une eſpece de Cadran incliné; s'il eſt ſupérieur, il regarde le Ciel; s'il eſt inférieur, il regarde la Terre. Son plan eſt parfaitement parallele à l'axe de la Terre, & il ne peut jamais marquer les ſix heures du matin ni du ſoir; parce qu'alors l'ombre de ſon axe ou de ſon ſtyle, étant parallele au plan du Cadran, il ne peut pas y avoir d'ombre. Ce Cadran n'a point de centre, & les heures ſont paralleles entr'elles & à l'axe du Monde.

166. Pour décrire un Cadran polaire ſupérieur, tracez la ligne AB parallele à l'horiſon, & menez CEH perpendiculaire à AB. Tirez les lignes FG, FG, paralleles à AB; vous donnerez la diſtance qu'il vous plaira entre ces deux paralleles FG, FG, à l'égard de AB. Enſuite ſelon la longueur que vous voulez donner au Ca- *Pl. 9. Fig. 36.*

dran, choisissez le point D, duquel comme centre, prenant pour rayon DE, décrivez un quart de cercle que vous diviserez en six parties égales, & du point D vous menerez des lignes par chaque point de division du quart de cercle, & les prolongerez jusqu'à la ligne AB, sur laquelle vous aurez les points horaires. Tirez sur ces points horaires des lignes paralleles à CE, qui seront les lignes horaires. CE sera la Méridienne, & les autres lignes seront les horaires, comme l'on voit dans la figure.

167. Si l'on veut déterminer les points horaires par le calcul sur l'Equinoxiale AB, on suivra la méthode que nous avons donnée pour le Cadran oriental, art. 160. Le Cadran polaire inférieur se tracera de même que le supérieur; mais à l'inférieur on en retranchera les 9, 10, 11, 12, 1, 2 & 3 heures.

168. Si l'on veut faire marquer les heures par l'ombre du bout d'un style droit, il doit être posé au point D, & avoir, pour sa hauteur, la distance du point D à E. Si l'on veut y mettre un axe, il se posera sur la Méridienne CH; il sera également
Fig. 39. élevé des deux bouts, & sa hauteur sera égale à DE comme le style.

169. Pour orienter le Cadran polaire supérieur, on fera convenir sa ligne Méridienne avec le Méri-
Fig. 36. dien du lieu; de sorte que le côté AF regarde l'Occident, & celui BG l'Orient. Il faut que le côté ou bord FCG soit plus élevé que le bord FHG; en sorte que le plan du Cadran fasse un angle égal à l'élévation du pôle, & qu'il soit bien de niveau de l'Orient à l'Occident. Le Cadran polaire inférieur s'orientera de même.



CHAPITRE VI.

Cadrans verticaux déclinans.

IL importe beaucoup de bien entendre ce Chapitre. L'usage des Cadrans verticaux déclinans est si ordinaire & si fréquent qu'on n'en fait presque point d'autres. Il est extrêmement rare de trouver un mur parfaitement bien orienté; par conséquent, on est très-souvent, & presque toujours obligé de tracer un Cadran déclinant. Nous tâcherons de ne rien oublier pour en rendre la pratique la moins difficile qu'il sera possible. Pour cela nous traiterons cette matiere assez au long, & avec une attention particuliere. Nous diviserons ce Chapitre en cinq Sections : dans la premiere, nous donnerons la maniere de trouver la déclinaison du plan vertical; dans la seconde, la maniere géométrique de décrire le Cadran vertical déclinant du Midi ou du Septentrion ; dans la troisieme, nous enseignerons à trouver par le calcul les angles horaires, & autres nécessaires pour le même Cadran; dans la quatrieme, nous verrons comment il faut tracer le Cadran; & dans la cinquieme, nous décrirons la maniere de bien poser l'axe.

SECTION PREMIERE.

Maniere de trouver la déclinaison des plans verticaux.

170. AVANT que de faire un Cadran vertical sur un mur bâti à plomb, & le plan où doit être le Cadran étant bien préparé, comme nous l'avons

décrit art. 149. il eſt eſſentiel d'en connoître exactement la déclinaiſon. Toute la juſteſſe du Cadran dépend de-là; ſi on manque cette déclinaiſon, le Cadran ſera certainement faux. Pour la trouver, on s'y prend ainſi.

Pl. 10. *Fig.* 40. Il faut commencer par planter le faux ſtyle (après en avoir ôté la plaque, de peur de caſſer quelque choſe) vers le haut du plan du Cadran, & vers le milieu, ſi l'on croit que le plan ne décline pas beaucoup. On appelle *faux ſtyle* l'inſtrument repréſenté par la figure 19. Mais ſi l'on croit que le plan ſoit conſiderablement déclinant, comme de 20, ou 40, ou 50 à 60 dégrés, on le plantera toujours en haut vers la droite, ſi l'on juge qu'il décline vers l'Occident; & vers la gauche, ſi on croit qu'il décline vers l'Orient; (ce ſera le contraire pour les plans du Nord). Si le plan eſt éclairé au lever du Soleil, & qu'il ceſſe de l'être avant le coucher, c'eſt une marque qu'il décline vers l'Orient: ce ſera le contraire, s'il eſt éclairé au coucher du Soleil, & qu'il ne le ſoit pas à ſon lever. Il faut, au reſte, être averti que nous appellerons toujours la *droite* en parlant du Cadran, ſon bord ou côté oriental, qui ſe trouve à la droite du ſpectateur. Le faux ſtyle doit être planté à peu près perpendiculaire au plan, ſa courbure regardant en bas. Il doit être bien fixe dans ſa place pour ne point riſquer d'être ébranlé facilement. On pourra le bien aſſurer avec des cales ou coins de bois. Il doit avoir une ſaillie convenable à la grandeur du plan, par exemple, environ 15 pouces, ſi le plan a quatre ou 5 pieds; ou 2 pieds ou 30 pouces, ſi le plan a 10 à 12 pieds. Mais après tout, il faut obſerver que ſi l'on prend la déclinaiſon du plan en Eté, le faux ſtyle doit avoir moins de ſaillie qu'en Hyver, parce qu'en Eté l'ombre va plus loin & eſt plus longue ſur le plan vertical qu'en Hyver. Si le faux ſtyle eſt à couliſſe, on pourra le

fixer lorſque le Soleil éclairera le plan, & l'allonger ou le raccourcir, pour que le point d'ombre ou plutôt de lumiere ne ſorte pas du plan, lorſque le Soleil commence à l'éclairer, mais qu'il y ſoit au bord. On fixe à ce point le faux ſtyle. En général plus le faux ſtyle aura de hauteur, plus il y aura de préciſion dans les opérations. On appelle la *hauteur du ſtyle*, la diſtance perpendiculaire depuis ſon pied juſqu'à ſon ſommet.

171. Il s'agit préſentement de trouver le *pied du ſtyle* (68), opération qu'il importe beaucoup de faire exactement. Pour en venir à bout, on trace d'abord ſur le plan, non loin du ſtyle, la ligne AB dans quelque ſituation que ce ſoit, & ayant ouvert le compas d'environ une fois & demie, ou deux fois la hauteur du ſtyle, & tenant une pointe ſur ſon ſommet S, on marquera avec l'autre deux points A & B ſur la ligne A B, qui ſeront également éloignés du ſommet S du ſtyle. On partagera en deux parties égales cette ligne (31) par la perpendiculaire GF. On remettra une pointe du compas ouvert à peu près comme auparavant ſur le ſommet S du ſtyle, & avec l'autre pointe on marquera deux autres points G & F ſur la ligne GF, qui ſe trouveront auſſi également éloignés du ſommet du ſtyle. Trouvez enſuite exactement le milieu de la ligne GF au point P, qui ſoit à égale diſtance des points G & F; ce point P ſera le pied du ſtyle. *Pl.* 10. *Fig.* 40.

172. Autrement. Tracez un demi-cercle, dont le centre ſoit le ſommet du ſtyle, & dont le rayon ſoit d'une ouverture de compas à peu près comme celle qui a marqué les points précédens, un peu plus ou un peu moins n'eſt pas de conſéquence; cherchez le centre de ce demi-cercle (37) : ce centre ſera le pied du ſtyle. Comme l'opération eſt importante, il eſt bon d'employer ces deux méthodes, & de les répéter au moins deux ou trois fois chacune par *Fig.* 40.

Pl. 10. différentes lignes & par différens rayons. Le tout
Fig. 40. doit donner le même point du pied du ſtyle ; ſi ce-
Fig. 41. pendant toutes ces opérations donnoient des points un peu différens, il faudroit prendre le milieu de tous ces points. Quand on ſera bien aſſuré du véritable point du pied du ſtyle, on y plantera un petit bout de cuivre ou de fer, qui ne ſorte pas plus que le plan, ſur lequel bout on fera un petit point avec un poinçon, préciſément à l'endroit qui eſt le véritable pied du ſtyle.

173. Pour chercher le pied du ſtyle, il faut en ôter la plaque, afin qu'elle n'empêche pas de poſer la pointe du compas ſur le ſommet du faux ſtyle. On obſervera d'appliquer légerement la pointe du compas ſur le ſommet du ſtyle, de peur de le faire fléchir. Dans cette opération le compas à verge eſt préférable au compas ordinaire ; elle en ſera plus exacte. On peut encore ſe ſervir d'une baguette de bois d'une longueur convenable, dans laquelle on enfoncera ſolidement à chaque bout une pointe de fer recourbée en ſens contraire. En un mot, on prendra toutes les précautions imaginables pour ne pas manquer cette opération fondamentale. Le moindre défaut d'exactitude dans la véritable poſition du pied du ſtyle, peut porter loin l'erreur dans la véritable déclinaiſon du plan. On ſe ſouviendra de ne marquer les lignes que légerement & finement avec la pointe du couteau ou du crayon, & ſeulement vers l'endroit où l'on croit que ſe trouvera le pied du ſtyle.

174. Le pied du ſtyle trouvé, on mettra dans le mur un cloud quelques pouces au deſſus du pied P, en ſorte que la ſoye d'un plomb ſuſpendu à ce cloud paſſe devant le pied du ſtyle, & deſcende juſqu'au bas du plan, où doit être un vaſe de fer blanc, ou un gobelet plein d'eau ou d'huile appliqué contre le mur, dans lequel vaſe on plongera le plomb, ſans pour-

tant qu'il touche au fond, pour le fixer & empêcher que le vent ne l'agite. Le plomb ainſi fixé, on s'éloignera de deux ou trois pieds de la muraille, & l'on ſe placera de maniere, qu'ayant un œil fermé, le fil du plomb cache le pied du ſtyle. L'œil reſtant à cette place on fera marquer, le plus bas que l'on pourra, un point ſur le plan, qui ſoit caché par la ſoye du plomb, en même temps que le pied du ſtyle. La ligne que l'on menera par le pied du ſtyle, & par le point que l'on aura marqué ſur le bas du plan, ſera la verticale PD du plan. Comme il faut que la ſoye & le plomb ſoient un peu éloignés de la muraille, parce que le plomb a une certaine groſſeur, & qu'il faut qu'il ne touche à rien, on a lieu en même temps, d'appliquer verticalement au deſſous de la ſoye une regle, dont le bout ſupérieur ſoit ſur le pied P du ſtyle, & le reſte de la regle dans la même ligne que le plomb. La regle ainſi fixée, on tirera la verticale PD du plan avec la pointe d'un couteau. *Pl.* 10. *Fig.* 41.

175. Après avoir tiré la verticale du plan, on tirera l'horiſontale HR. Pour cela on appliquera horiſontalement une regle parfaitement droite, auſſi longue que le plan, & dont le bord ſupérieur paſſe ſur le pied P du ſtyle; on poſera ſur cette regle un bon niveau d'air: après avoir hauſſé ou baiſſé l'un ou l'autre bout de la regle, juſqu'à ce que la bulle d'air du niveau ſoit arrêtée au milieu, & que d'ailleurs le bord ſupérieur de la regle paſſe ſur le pied P du ſtyle, on retournera le niveau, on le repoſera au même endroit de la regle; ſi la bulle d'air revient encore au milieu, & qu'elle s'y arrête, la regle eſt aſſurément bien de niveau. On tirera pour lors avec la pointe du couteau une ligne HR d'un bout à l'autre, qui paſſe par le pied P du ſtyle: mais il faut faire couler le couteau horiſontalement le long du bord ſupérieur de la regle, en ſorte qu'il touche ſur toute

Pl. 10. *Fig.* 41. ſon épaiſſeur ſans donner au couteau aucune pente vers le haut ni vers le bas : car ſi on appliquoit la pointe du couteau ſeulement ſur l'arête qui eſt du côté du plan, la ligne que l'on tireroit ne ſeroit pas droite aux endroits un peu enfoncés qui peuvent ſe trouver ſur le plan. C'eſt une regle générale qu'il faut obſerver toutes les fois que l'on tire des lignes ſur un mur ; car ils ne ſont jamais parfaitement plans. Si on n'a pas un niveau d'air, il faudra ſe ſervir d'un autre fait avec beaucoup de ſoin & vérifié. On pourroit auſſi tirer l'horiſontale du plan de la même maniere que l'on tire une perpendiculaire ſur une autre ligne (32) ; car l'horiſontale eſt perpendiculaire à la verticale.

176. On meſurera la hauteur du ſtyle en mettant *Fig.* 40. une pointe de compas ſur le ſommet S : on l'ouvrira juſqu'à ce que l'autre pointe touche ſur le pied P du ſtyle ; ou mieux, avec le compas à verge. On tournera une de ſes boëtes, faiſant en ſorte qu'une de ſes pointes affleure le bout de la verge. On poſera cette pointe ſur le pied P du ſtyle, & on fera couler l'autre boëte juſqu'à ce que ſa pointe ſoit préciſément dans le point du ſommet du ſtyle. On écrira ſur un papier le nombre des parties que l'on trouvera ſur le compas à verge. On portera cette diſtance de la hauteur du ſtyle vers le bas de la verticale depuis le pied P du ſtyle, & on y marquera une interſection D, au milieu de laquelle on plantera un bout de cuivre ou de fer ; en ſorte qu'il affleure le plan, comme l'on a fait au pied du ſtyle : on marquera le même point D au milieu de l'interſection au moyen d'un poinçon. On obſervera que lorſque l'on aura pris la hauteur du ſtyle, d'appliquer une regle qui paſſe ſur le pied P, pour ſçavoir ſi cet endroit du plan eſt un peu plus enfoncé que le reſte ; en ce cas, il faudroit augmenter d'autant

à la hauteur du ſtyle. S'il eſt plus relevé, il faudra diminuer quelque choſe de la hauteur trouvée du ſtyle. Cette réduction faite, on portera cette hauteur ſur la verticale PD. Ce point D s'appelle le *centre diviſeur de l'horiſontale.* *Pl.* 10. *Fig.* 41.

177. Ces opérations étant faites avec tout le ſoin poſſible, on trouvera la déclinaiſon du plan, comme s'enſuit. Nous commencerons par la plus ſimple méthode. Supposons que la ligne HR ſoit l'horiſontale du plan; P, le pied du ſtyle; PD, la verticale du plan; D, le centre diviſeur de l'horiſontale.

Si on eſt aſſuré du moment de Midi, il faut, à cet inſtant, marquer un point F ſur le plan au milieu du centre de l'ovale de lumiere, qui part du trou de la plaque. Enſuite au moyen d'un plomb ſuſpendu par un fil, que l'on appliquera ſur l'horitale HR, en ſorte que le point de lumiere F ſoit caché par le fil, on marquera un point L ſur l'horiſontale. Si l'on tire une ligne du centre diviſeur D au point L, l'angle PDL ſera la déclinaiſon du plan.

178. On peut s'aſſurer du moment de Midi, ou par une Méridienne horiſontale, que l'on aura décrite exprès dans le voiſinage du Cadran vertical, par la méthode que nous donnerons dans la ſuite; ou par un Cadran de la juſteſſe duquel on ſera certain, quand même ce Cadran ſeroit à quelque diſtance, pourvû que l'on ait une bonne montre, que l'on mettra ſur le Cadran, par exemple, à 11 heures, ou 11 heures & demie; ou par une pendule que l'on ſçait être bien juſte, & miſe à l'heure du Soleil, &c. ou bien encore par l'art. 361. ci-après.

179. Pour trouver la valeur de l'angle PDL, on s'y prendra de la maniere ſuivante: on appliquera ſur le point D le centre du demi-cercle, qui eſt ordinairement dans les étuis de Mathématique; en ſorte que ſa ligne diametrale ſoit le long de DP, & on

Pl. 10. Fig. 41. verra à quel dégré du demi-cercle répond la ligne DL; ce sera la valeur de l'angle.

Autrement, avec le compas de proportion. On fera un arc GP aussi loin que l'on pourra de son sommet D, (pourvû que l'on ne passe point la portée du compas de proportion), & on portera cette même ouverture du compas ordinaire sur la ligne des cordes aux points 60 & 60, ouvrant pour cet effet le compas de proportion autant qu'il le faudra, lequel demeurant ainsi ouvert, on prendra avec le compas à pointes la distance des deux points P & G, où l'arc a coupé les deux côtés de l'angle; on la portera sur le compas de proportion, sur lequel on cherchera les points sur la ligne des cordes, où cette distance pourra convenir; ce sera la valeur de l'angle.

180. Comme on ne peut pas connoître précisément sur le demi-cercle, ni sur le compas de proportion les minutes des dégrés qui peuvent être dans la valeur de l'angle, il sera bon d'user de la méthode suivante. On marquera un point depuis D vers P sur la ligne DP. Nous supposons que ce point est B, & que le point D est éloigné de B de 1000 parties de l'échelle des parties égales, ou de 2000 ou 3000 parties; car il faut faire ce point B à pareille distance juste du point D. On tirera une parallele à l'horisontale de B à E, qui coupe le côté DL au point E. On mesurera le côté BE avec le compas à verge ou autrement, & on verra combien il contient de parties. Je suppose qu'il en contienne 478. Je cherche dans la Table, à la colomne des tangentes naturelles, à quel dégré convient ce nombre 478. Je trouve que c'est à 25 dégrés 33 minutes. L'angle PDL est donc de $25^{\circ}\ 33'$, en supposant que la distance de D à B est de 1000 parties: mais s'il est de 2000 parties, cet angle ne sera que la moitié de $25^{\circ}\ 33'$, qui est $12^{\circ}\ 46'$ & demie. Si la distance de D à P, que nous appellerons toujours rayon, est de 3000 par-

ties, l'angle PDL ne ſera que le tiers de 25° 33′, qui eſt 8° 31′; ce ſera l'angle cherché PDL. *Pl.* 10. *Fig.* 41.

181. Mais il ſera encore mieux de trouver la valeur de l'angle PDL par le calcul; ce qui ſe fera par l'analogie ſuivante.

Le côté DP
eſt au côté PL,
comme le ſinus total
eſt à la tangente de l'angle PDL.

On meſurera avec l'échelle des parties égales le côté DP, que nous ſuppoſerons être de 2256 parties. Le côté PL étant auſſi meſuré, ſera ſuppoſé contenir 845 parties; voilà les deux premiers termes de l'analogie. Il faut additionner le ſecond avec le troiſieme. Je cherche le log. du nombre naturel 845, c'eſt 292686,
que j'additionne avec le ſinus total, 3e terme 1000000

Somme . . . 1292686,
dont il faut ſouſtraire le log. du nombre naturel 2256: c'eſt . . . . 335334.

Reſte . . . 957352,
qui eſt le log. tangente de 20° 32′; c'eſt la valeur cherchée de l'angle PDL, qui donne la déclinaiſon du plan.

Remarquez que dans la pratique il n'eſt pas néceſſaire de tirer réellement la ligne DL ni celle LF. Le point L ſuffit.

182. Cette méthode de prendre la déclinaiſon du plan eſt bien ſimple & très-ſûre, en ſuppoſant une grande exactitude dans l'heure vraye du Midi, & que le plan ſur lequel on a marqué le point de lu-

Pl. 10. *Fig.* 41. miere eſt parfaitement dreſſé, ſurtout où on a marqué ce point de lumiere; ce qui n'eſt pas ordinaire. Ce n'eſt pas d'ailleurs une petite affaire de tracer, comme il faut, la Méridienne horiſontale, dont nous avons parlé, pour être aſſuré du moment vrai du Midi. Il eſt difficile de trouver un plan horiſontal d'une grandeur convenable, & parfaitement bien dreſſé, pour tirer avec préciſion cette Méridienne horiſontale. Il ſe trouve peu de jours en certains temps de l'année où, lorſqu'on ſe propoſe de tracer cette Méridienne, le Soleil éclaire ſans diſcontinuer toute la journée. Ces inconvéniens & bien d'autres que nous ne détaillons point, font deſirer une autre méthode de trouver la déclinaiſon du plan ſans être aſſujetti à aucune circonſtance; c'eſt celle que nous allons donner: elle eſt la plus avantageuſe, la plus commode & la plus ſûre. On la trouvera ſans doute au premier abord difficile & fort compoſée, y ayant beaucoup de calcul à faire; mais quand on y ſera une fois initié, & qu'on l'aura conçu, on ne l'aura pas pratiquée quatre ou cinq fois qu'on ſera ſurpris d'y trouver tant de facilité : d'ailleurs on aura la ſatisfaction de ſentir que l'on travaille avec tout le ſuccès que l'on peut ſouhaiter. Comme on aura toujours préſent ce modele, on n'y trouvera pas les difficultés qui auroient pû rebuter. Voici donc cette méthode.

183. Dès le matin, lorſque le Soleil éclaire le plan, & que l'ovale de lumiere y eſt bien diſtincte, on marquera un point F à ſon centre. Mais il faut remarquer que ſi l'on ſouhaite une plus grande préciſion, il vaut mieux faire avec le crayon un trait léger autour de cette ovale; on fera cette opération promptement, parce que cette ovale de lumiere change continuellement de place. Abſolument parlant, le centre de cette ovale de lumiere n'eſt point véritablement & rigoureuſement le point d'ombre

du bout ou ſommet du ſtyle : mais il en eſt fort près ; & pour prouver ce que j'avance, on peut obſerver que quoique la plaque ſoit ronde, & que le trou ſoit bien à ſon centre, cependant la petite ovale de lumiere ne ſe trouve pas au milieu de l'ombre de la plaque ; ainſi il convient d'y avoir égard. Quand on verra donc que l'ovale de lumiere ſera beaucoup éloignée du milieu de l'ombre de la plaque ; ce qui ſera toujours lorſque l'ovale ſera fort allongée, pour lors on ne marquera pas le point ſur le plan juſtement au milieu, mais tant ſoit peu à côté en tirant toujours vers l'endroit, où l'ombre de la plaque eſt la plus étroite. On obſervera encore de ne rien marquer ſur le plan, à moins que le Soleil n'éclaire parfaitement, & que ces rayons ne ſoient bien vifs. *Pl.* 10. *Fig.* 41.

184. Lorſque l'on aura marqué un point F ſur le plan, demi-quart-d'heure après ou environ l'on en marquera un autre, & ainſi de demi-quart-d'heure en demi-quart-d'heure, on marquera des points juſques vers les onze heures. Vers une heure après Midi on recommencera à marquer des points de demi-quart-d'heure en demi-quart-d'heure, juſqu'à ce que le Soleil n'éclaire plus le plan. Il eſt bon de marquer ainſi ſur toute l'étendue du plan environ 15 ou 20, ou 25 points ; plus on en marque, plus on a de préciſion dans la vraye déclinaiſon du plan. Il eſt néceſſaire de mettre un numéro à chaque point que l'on marque ; au premier il faut mettre 1 ; au ſecond 2, & ainſi de ſuite : après Midi le premier point que l'on marque doit être numéroté 1 ; le ſecond 2, & toujours de même. Cela ne ſuffit pas encore. Il faut avoir une montre qui ſoit à l'heure, au moins à un quart-d'heure près, & marquer ſur chaque point l'heure qu'il eſt à la montre, à l'inſtant même qu'on le marque ; on écrira enſuite ſur un papier le jour qu'on marque tous ces points.

Si le Soleil ne paroît qu'à certains temps de la

Pl. 10. *Fig.* 41. matinée, on ne marquera des points que lorsque le Soleil éclairera; il n'est pas nécessaire qu'ils soient marqués de suite : on peut le faire en des jours différens; ne marquer qu'un point la matinée & 4 ou 5 l'après Midi, ou aucun l'après Midi & plusieurs la matinée; & tout cela, si l'on veut, en des jours differens : pourvû que les jours & les heures où l'on prend les points soient écrits, ils seront tous fort bons.

185. Tous les points étant marqués, on les mesurera ainsi : supposons que F soit un de ces points. Par le moyen d'un plomb suspendu par un fil, on tirera la verticale LF, qui coupe l'horisontale HR au point L, & l'on marquera sur ce point L le même numéro que l'on aura marqué sur le point F; on fera la même opération sur tous les autres points, en écrivant toujours sur chacun le numéro correspondant, de même qu'au point L. Ensuite on prendra la même feuille de papier où l'on a écrit le nombre des parties de la hauteur du style, & on y écrira deux colomnes des numéros, fort écartées l'une de l'autre. A la tête de l'une on écrira MATIN, & à la tête de l'autre on écrira SOIR. On commencera par mesurer le premier point du matin marqué 1, en prenant la distance de F à L avec le compas à verge, ou l'échelle des parties égales, & on écrira le nombre des parties qui s'y trouvera sur la feuille de papier, après le numéro 1. Ensuite on mesurera la distance de D à L, & on écrira ce nombre vis-à-vis du même numéro 1 sur la feuille de papier, & on y ajoutera l'heure qu'il étoit, lorsqu'on a pris ou marqué le point de lumiere. Nous supposons que c'est le premier point du matin. Peu importe, au reste, quel numéro on mette à chaque point. Que l'on mette, par exemple, 6 sur le premier qui a été pris le matin, cela ne fait rien. Nous disons ainsi, seulement

ſeulement pour faire voir qu'il eſt néceſſaire de faire tout ceci avec ordre, pour ne rien confondre. Il eſt pourtant eſſentiel de mettre ſous une même colomne tous les points du matin, & ſous une autre colomne tous les points du ſoir. Comme il y a deux meſures à prendre pour chaque point, ſçavoir, FL & DL, il ne faut pas riſquer de confondre l'une de ces deux meſures avec l'autre. Au reſte, chacun s'arrangera ſelon l'ordre qu'il jugera le plus commode: pourvû qu'il y en ait un, cela ſuffit. *Pl.* 10. *Fig.* 41.

C'eſt ainſi que l'on meſurera tous les points, dont on écrira toutes les diſtances, diſtinguant toujours la premiere meſure FL de la ſeconde DL ſur chaque point. S'il y a des points qui ayent été pris en des jours différens, il faut écrire cette différence ſur le papier.

Quoique l'on voye ſur la figure les deux lignes FL & DL, il ne faut pas les tracer réellement ſur le plan; il ſuffit de marquer le point L ſur l'horiſontale, pour chaque point de lumiere.

186. Après que l'on a écrit toutes les meſures dont nous venons de parler, il faut, par leur moyen, trouver deux angles que chaque point de lumiere a donnés; l'un, l'angle que faiſoit le vertical du Soleil avec le plan vertical, dans le moment où l'on a marqué le point de lumiere; & l'autre, l'angle de la hauteur du Soleil ſur l'horiſon dans le même moment où l'on a marqué le point de lumiere. On trouvera le premier par l'analogie ſuivante.

L'oblique DL
eſt à la hauteur du ſtyle DP,
comme le ſinus total
eſt au ſinus de l'angle PLD,

qui eſt celui du vertical du Soleil avec le plan vertical.

Pl. 10. *Fig.* 41. Supposons que l'oblique DL, premier terme, ait 3595 parties; la hauteur du style DP 1726, second terme. Le troisieme est le sinus total. Il faut donc additionner le sinus total. 1000000
avec le log. du nombre naturel 1726, qui
est. 323704

Somme . . . 1323704

de laquelle il faut soustraire le log. de 3595,
qui est. 355570

Reste . . . 968134

qui est le log. sinus de 28° 42′; c'est l'angle du vertical du Soleil avec le plan vertical dont il faut prendre le complément, qui est 61° 18′.

187. Le second angle qu'il faut trouver par les mesures que l'on a prises sur ce même point de lumiere est celui de la hauteur du Soleil; pour cela on fera l'analogie suivante.

L'oblique DL
est à FL,
comme le sinus total
est à la tangente de la hauteur du Soleil.

Nous connoissons déjà le premier terme, qui est le même que celui de l'analogie précédente. Supposons que FL, qui est le second terme, ait 2828 parties, dont il faut trouver le log. qui est. . . . 345148
log. sinus total, 3e terme. 1000000

Somme . . . 1345148

log. du nombre 3595, premier terme
qu'il faut soustraire. 355570

Reste . . . 989578

qui est le log. tangente de 38°11′; c'est l'angle de la hauteur du Soleil. *Pl. 10. Fig. 41.*

188. La hauteur du Soleil sur l'horison n'est pas réellement telle que nous venons de la trouver. Les rayons du Soleil se courbent en venant de cet astre, & en traversant l'atmosphere; ce qui le fait paroître un peu plus élevé qu'il n'est effectivement. C'est ce que l'on appelle *réfraction*, à laquelle il faut avoir égard. On trouvera à la fin de ce Traité une Table des réfractions ou des augmentations causées dans la hauteur apparente du Soleil. Elle est la même que celle du livre de la Connoissance des Temps. On trouvera donc dans cette Table, vis-à-vis 38 dégrés, (qui est l'angle de la hauteur du Soleil dans notre exemple), on trouvera, dis-je, une minute 15 secondes; cela veut dire que le Soleil étant élevé de 38° 11′, il paroît plus élevé d'une minute 15 secondes, qu'il ne l'est réellement; ainsi il faut retrancher de 38° 11′, une minute pour la réfraction. La véritable hauteur du Soleil est donc de 38° 10′ : nous négligeons les secondes.

Nous venons donc de reconnoître dans le point de lumiere, qui a été marqué sur le plan, deux angles, l'un du vertical du Soleil avec le vertical du plan de 28° 42′, dont il faut toujours prendre le complément, qui est 61° 18′; & le second angle, (qui est celui de la hauteur du Soleil, soustraction faite de la réfraction), est de 38° 10′, dont aussi il faut toujours prendre le complément 51° 50′. C'est ce complément de la hauteur du Soleil, que l'on appelle *la distance du Soleil au Zénit*. Il s'agit de faire usage de ces deux angles pour trouver la déclinaison du plan; mais nous avons besoin pour cela de connoître auparavant la déclinaison du Soleil.

189. Nous avons dit quelque chose (57, 58), de la déclinaison du Soleil; nous en donnerons des Tables

Pl. 10. pour tous les jours de l'année à la fin de ce Traité.
Fig. 41. Nous en expliquerons particulierement l'usage en son lieu : nous remarquerons seulement que supposant le point de lumiere F pris le 28 Août 1758, laquelle année 1758 est la seconde après la bissextile, il faut chercher à la seconde Table de la déclinaison quelle est la déclinaison du Soleil le 28 Août. Nous trouvons qu'elle est de 9° 41′ à Midi : nous supposons le point F pris à 9 heures du matin. Afin de sçavoir quelle est la déclinaison du Soleil à 9 heures du matin, je remarque que la déclinaison du Soleil est décroissante, puisque le jour d'auparavant elle étoit de 10° 2′ : je dis donc si du Midi du 27 Août jusqu'au Midi du 28, c'est-à-dire, dans 24 heures la déclinaison du Soleil a diminué de 21 minutes, (car de 9° 41′ aller à 10° 2′, il y a 21′), de combien doit-elle diminuer dans 21 heures, nombre des heures qui se sont écoulées depuis le Midi du 27 jusqu'à 9 heures avant Midi du lendemain ? On voit par-là qu'il faut faire une petite regle de trois, & dire 24 heures sont à 21 heures, comme 21 minutes de dégré est au quatrieme terme. Il faut multiplier les deux termes moyens l'un par l'autre, qui sont 21

& 21
21
———
21
42
———

Somme 441, qu'il faut diviser par 24, qui est le premier terme.

4
209
441 | 18 minutes ; c'est le quatrieme terme
———
244
2

cherché ; c'est-à-dire, qu'au lieu de diminuer dans

la déclinaiſon du Soleil les 21′ de 10° 2′, il n'en faut diminuer que 18′; ainſi ôtant 18′ de 10° 2′, reſte 9° 44′, qui eſt la véritable déclinaiſon du Soleil le 28 Août 1758 à 9 heures du matin. Remarquez que ſi la déclinaiſon du Soleil alloit en croiſſant, au lieu de ſouſtraire, il faudroit ajouter & expoſer ainſi la regle de trois. Si dans 24 heures la déclinaiſon du Soleil a augmenté de 21′, de combien aura-t-elle augmenté dans 21 heures. On trouvera également 18 au quotient, que l'on ajoutera à la déclinaiſon du jour précédent, au lieu que dans notre exemple nous avons diminué ces 18′ du jour précédent. La déclinaiſon du Soleil ainſi expliquée, nous ferons le calcul ſuivant pour trouver l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien.

190. Ajoutez enſemble les trois choſes ſuivantes :

1°. Le complément de la latitude que nous ſuppoſons de.	45° 10′
2°. La diſtance du Soleil au Zénit, qui eſt le complément de la hauteur du Soleil que nous avons déjà trouvée de 38° 10′, dont le complément eſt	51° 50′
3°. La diſtance du Soleil au pôle du Nord, qui eſt le complément de la déclinaiſon du Soleil, ſi cette déclinaiſon eſt ſeptentrionale, comme dans le cas préſent; car ſi elle eſt méridionale, il faut l'ajouter à 90°: la ſomme eſt la diſtance du Soleil au pôle du Nord. Nous avons vû que la déclinaiſon du Soleil, dans notre exemple, eſt de 9° 44′, & ſeptentrionale: ſon complément eſt donc . .	80° 16′
Somme . . .	177° 16′
Prenez la moitié de cette ſomme, qui ſera	88° 38′
ôtez de cette moitié, 1° le compl. de la lat.	45° 10′
Reſte . . .	43° 28′

qui est le premier excès.

2°. Otez de la même moitié de la somme la distance du Soleil au Zénit, que nous avons dit être 51° 50′ . . . . 88° 38′
51° 50′

Reste . . . 36° 48′

qui est le second excès.

3°. Otez de la même moitié de la somme la distance du Soleil au pôle, que nous avons dit être 80° 16′ . . . . 88° 38′
80° 16′

Reste . . . 8° 22′

qui est le troisieme excès.

Ajoutez ensemble les log. sinus de ces trois excès pour en avoir la somme.	43° 28′ .	983755
	36° 48′ .	977744
	8° 32′ .	916289
Otez-en le log. sinus de la moitié de la premiere somme, 88° 38′; c'est .	Somme	2877788
		999988
	Reste . . .	1877800

Prenez-en la moitié, qui est 938900
ajoutez le log. sinus total 1000000

ôtez de cette derniere somme 1938900
le log. sinus du troisieme excès 8° 22′, qui est 916289

Reste . . . 1022611

qui est le log. tangente de 59° 17′; c'est la moitié de l'angle requis. Il faut doubler ce nombre des dégrés, qui feront 118° 34′. Comme 118° 34′ surpassent 90°, il faut en prendre le supplément, c'est-à-dire, les soustraire de 180°; il restera 61° 26′;

c'eſt l'angle cherché du vertical du Soleil avec le Méridien.

Remarquez que ſi la moitié de la premiere ſomme, qui eſt ici de 88° 38′, ſurpaſſoit 90°, il faudroit également faire le calcul, comme nous venons de le faire, ſans prendre ſon ſupplément, ſi ce n'eſt lorſqu'on eſt obligé d'avoir ſon log. ſinus.

Remarquez encore que ſi la moitié de l'angle du vertical du Soleil étant doublé, comme nous avons fait, ne ſurpaſſoit pas 90°, il ne faudroit prendre ni ſon complément, ni ſon ſupplément.

191. L'angle du vertical du Soleil avec le Méridien étant trouvé, & qui eſt dans notre exemple de 61° 26′, il faut le comparer avec le complément de l'angle déjà trouvé du vertical du Soleil avec le plan vertical, que nous avons vû être de 61° 18′; il faut ſouſtraire l'un de l'autre : le reſte ſera la déclinaiſon du plan. Ici il ne reſte que 8 minutes; c'eſt-là toute la déclinaiſon du plan. Si pourtant le point de lumiere ſe trouvoit entre la verticale du plan & la Méridienne, la ſomme de ces deux angles ſeroit la déclinaiſon du plan. Il faut préſentement ſçavoir ſi cette déclinaiſon eſt du côté de l'Orient ou du côté de l'Occident.

192. Le point de lumiere ayant été pris le matin, ſi le complément de l'angle du vertical du Soleil avec le plan vertical eſt plus petit que celui du vertical du Soleil avec le Méridien, la déclinaiſon du plan ſera orientale de toute la quantité dont le ſecond ſurpaſſera le premier. Si le premier angle, c'eſt-à-dire, celui du complément du vertical du Soleil avec le plan vertical, eſt plus grand que le ſecond, la déclinaiſon du plan ſera occidentale.

Si le point de lumiere a été pris l'après Midi, la déclinaiſon du plan ſera occidentale, ſi le premier angle eſt plus petit que le ſecond; mais ſi le pre-

mier angle est plus grand que le second, la déclinaison du plan sera orientale.

193. Nous trouvons dans notre exemple que le premier angle, complément du vertical du Soleil avec le plan vertical est de 61° 18′; celui du vertical du Soleil avec le Méridien est de 61° 26′: donc le premier étant plus petit que le second, & le point de lumiere ayant été pris le matin, la déclinaison du plan sera orientale, & de 8 minutes seulement. Si les deux angles se trouvoient égaux, le plan n'auroit point de déclinaison.

194. Les regles que nous venons de donner, art. 192. pour découvrir de quel côté est la déclinaison du plan, sont pour les plans qui regardent obliquement le Midi; mais pour ceux du Nord, il faut prendre le contraire. A l'égard des plans qui sont presque orientaux ou occidentaux, c'est toujours la même maniere d'en trouver la déclinaison. Avant que d'y tracer un Cadran, il faut s'assurer s'ils ne déclinent point.

195. On sent bien qu'un seul point de lumiere pris à quelque heure que ce soit, suffit pour trouver la déclinaison du plan par le calcul, comme nous venons de le voir, & qu'on l'a même plus exactement que par la méthode de l'art. 177. Cependant pour ne rien négliger de tout ce qui peut rendre le Cadran parfait, il est encore nécessaire de faire le même calcul sur chaque point que l'on a marqué sur le plan. On trouve toujours que chaque point donne une déclinaison un peu différente; ce qui prouve non seulement l'imperfection du plan, mais encore la nécessité de prendre un nombre considerable de points, pour faire tout le calcul précédent sur chacun. Si on en a pris 20 ou 30, que l'on ait fait le calcul sur tous, & que la plûpart, ou peut-être tous, ayent donné une déclinaison différente, l'un, par exemple, 8′ de déclinaison, l'autre 4, l'autre 6, l'au-

tre 12, l'autre 0, l'autre 7, &c. il faut additionner enſemble toutes ces déclinaiſons, & diviſer la ſomme par les 20 ou 30 opérations que l'on a faites, quand même il y en auroit qui n'auroit donné aucune déclinaiſon : le quotient donnera la véritable déclinaiſon du plan. Si cependant quelque point avoit donné une déclinaiſon fort différente, il faudroit la rejetter, & ne pas la faire entrer dans l'addition des autres, ni dans la diviſion, parce qu'aſſurément il y auroit quelque erreur.

196. Nous donnerons encore un exemple différent du calcul précédent, pour trouver la déclinaiſon des plans, afin qu'on ne trouve aucune difficulté. Par celui-ci on verra une déclinaiſon beaucoup plus conſidérable. Nous ne répéterons point le calcul des deux analogies des articles 186 & 187, pour trouver l'angle du vertical du Soleil avec le plan vertical, & celui de la hauteur du Soleil. Il eſt ſi ſimple & ſi facile, qu'il n'eſt pas néceſſaire d'en donner un autre exemple.

Nous ſuppoſons que la premiere analogie nous a fait trouver l'angle du vertical du Soleil avec le plan vertical de 68° 10′, dont le complément eſt 21° 50′. Nous ſuppoſons que la ſeconde analogie nous a donné l'angle de la hauteur du Soleil, à l'inſtant où l'on a marqué le point de lumiere de 4° 47′, dont il faut ôter la réfraction. On trouve dans la Table des réfractions que le Soleil ayant 4° 47′ de hauteur, ou 5°, il faut en ôter 10′, reſte donc 4° 37′ pour la hauteur véritable du Soleil, dont le complément ſera 85° 23′.

197. Nous ſuppoſons que le point de lumiere a été marqué le 10 Novembre 1758, à 4 heures & demie ou environ du ſoir. Ce jour-là, (ainſi que l'on trouve dans la 2ᵉ Table de la déclinaiſon du Soleil,) la déclinaiſon du Soleil à Midi eſt de 17° 14′ & méridionale. On remarquera que la déclinaiſon va en

croiſſant, c'eſt-à-dire, que le lendemain elle eſt plus grande, puiſqu'elle eſt de 17° 31′. La déclinaiſon du Soleil a donc augmenté dans 24 heures de 17 minutes. Et comme le point de lumiere a été marqué à 4 heures & demie du ſoir, il faut donc ajouter aux 17° 14′ de déclinaiſon telle quelle étoit à Midi, 3 minutes, ce que le Soleil a avancé de plus à 4 heures & demie. Cela fera 17° 17′ de déclinaiſon du Soleil le 10 Novembre 1758, à 4 heures & demie du ſoir. Afin de faire le calcul néceſſaire pour trouver l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien, nous avons beſoin d'employer la diſtance du Soleil au pôle, qui eſt le complément de ſa déclinaiſon, lorſquelle eſt ſeptentrionale, ou la ſomme de 90° avec la déclinaiſon, ſi elle eſt méridionale. Comme ici, dans l'exemple préſent, la déclinaiſon du Soleil eſt méridionale, nous ajouterons à la déclinaiſon 17° 17′ les 90°; ce qui fera 107° 17′ pour la diſtance du Soleil au pôle. Voici donc le calcul :

198. Ajoutez enſemble les trois choſes ſuivantes :

1°. Le complément de la latitude, que nous ſuppoſons.	45° 5′
2°. La diſtance du Soleil au zénit, qui eſt le complément de ſa hauteur que nous avons vûe ci-deſſus.	85° 23′
3°. La diſtance du Soleil au pôle du Nord.	107° 17′
Somme . .	237° 45′
Prenez-en la moitié, qui eſt	118° 52′ ½
Otez de cette moitié, 1°. le complément de la latitude	45° 5′
Reſte . .	73° 47′ ½

qui eſt le premier excès.

2°. Otez de la même moitié de la ſomme la diſtance du Soleil au zénit que nous

avons dit de 85° 23′. . . . . 118° 52′ ½
85° 23′

Reſte . . 33° 29′ ½

qui eſt le ſecond excès.

3°. Otez de la même moitié de la ſomme la diſtance du Soleil au pôle, que nous avons dit être de 107° 17′ . . . . . . 118° 52′ ½
107° 17′

Reſte . . 11° 35′ ½

qui eſt le troiſiéme excès.

Ajoutez enſemble les log. ſinus de ces trois excès, pour en avoir la ſomme.

73° 47′ ½	.	998238
33° 29′ ½	.	974179
11° 35′ ½	.	930306

Somme . . 2902723

de laquelle ôtez le log. ſinus de la moitié de la premiere ſomme . . . 118° 52′ ½ . 994234

Reſte . . 1908489

Prenez-en la moitié 954244

Ajoutez le log. ſinus. 1000000

Somme . . 1954244

Otez le log. ſinus du troiſiéme excès 11° 35′ ½, qui eſt. 930306

Reſte . . 1023938

qui eſt le log. tangente de 60° 3′; c'eſt la moitié de l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien, qu'il faut doubler; ce qui fera 120° 6′, dont on prendra le ſupplément, c'eſt-à-dire, qu'on le ſouſtraira de 180°, parce qu'il ſurpaſſe 90°: reſte 59 dégrés 54

minutes, qui eſt l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien.

Nous avons dit, art. 192, que la déclinaiſon du plan ſera occidentale, ſi, le point d'ombre ayant été pris l'après Midi, l'angle du vertical du Soleil avec le vertical du plan eſt plus petit que celui du vertical du Soleil avec le Méridien. Or c'eſt ici le cas. L'angle du vertical du Soleil avec le plan vertical eſt de 21° 50′ (c'eſt le complément de cet angle), & celui du vertical du Soleil avec le Méridien eſt de 59° 54′; il n'y a qu'à ſouſtraire l'un de l'autre: reſtera 38° 4′, qui ſera la déclinaiſon du plan occidentale. Mais ſi le point de lumiere s'étoit trouvé entre la verticale du plan & la Méridienne, la déclinaiſon du plan ſeroit la ſomme du complément de l'angle du vertical du Soleil avec le plan vertical, & celui du vertical du Soleil avec le Méridien, comme nous avons dit article 191.

199. Il y a une remarque à faire, qui ſera également utile pour l'exemple des art. 189 & 190. Nous venons de voir dans l'article précédent, qu'ayant ajouté enſemble le complément de la latitude, la diſtance du Soleil au zénit, & la diſtance du Soleil au pôle, la ſomme eſt 237° 45′, dont la moitié eſt 118° 52′ & demie; il s'agit ici de faire voir comment on fait le calcul, lorſqu'il ſe rencontre ainſi une demi-minute ou 30 ſecondes. Nous voyons que les trois excès de ces trois angles ſur la demi-ſomme, ſont le premier de 73° 47′ & demie ou 30 ſecondes; le ſecond, de 33° 29′ & demie; & le troiſiéme, de 11° 35′ & demie. Pour trouver le ſinus log. de ces trois excès, voici comment il faut faire: premierement pour le premier excès, le log. ſinus de 73° 47′ eſt 998237: celui de 73° 48′ eſt 998240; on ôtera l'un de l'autre; reſtera 3, dont il faut prendre la moitié, qui eſt $1\frac{1}{2}$, que l'on ajoutera au log. ſinus de 73° 47′; ce qui ſera 998238.

Pour le ſecond excès, qui eſt 33° 29′ & demie, je trouve que le log. ſinus de 33° 29′ eſt 974170; le log. ſinus de 33° 30′ eſt 974189: je ſouſtrais l'un de l'autre; reſte 19, dont je prends la moitié, qui eſt 9, que j'ajoute à 974170; ce qui fera 974179: ce ſera le log. ſinus de 33° 29′ & demie.

Pour le troiſiéme excès, qui eſt 11° 35′ & demie, je trouve dans les Tables que le log. ſinus de 11° 35′ eſt 930275: je trouve encore que le log. ſinus de 11° 36′ eſt 930337; je ſouſtrais l'un de l'autre: reſte 62, dont je prends la moitié, qui eſt 31, que j'ajoute à 930275; ce qui fera 930306: c'eſt le log. ſinus de 11° 35′ & demie.

Il faut en dire autant du log. ſinus de la moitié de la premiere ſomme, qui eſt 118° 52′ & demie. On a vû ailleurs (106) que lorſqu'on doit prendre le ſinus, ou la tangente d'un nombre de dégrés qui ſurpaſſe 90°, il faut avoir ſon ſupplément, c'eſt-à-dire, le ſouſtraire de 180°: on prendra le ſinus ou la tangente de ce qui reſtera. Ici le ſupplément de 118° 52′ & demie eſt 61° 7′ & demie: le log. ſinus de 61° 7′ eſt 994231: le log. ſinus de 61° 8′ eſt 994238; on ôtera l'un de l'autre: reſtera 7, dont la moitié eſt 3, qu'il faut ajouter à 994231; ce qui fera 994234: c'eſt le log. ſinus de 61° 7′ & demie.

Si l'on ne veut point avoir égard aux demi-minutes, on peut les négliger ſans erreur ſenſible; car dans cet exemple, on n'a qu'à faire le calcul ſoi-même en négligeant les demi-minutes, on verra que l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien ſera toujours le même. Nous avons pourtant cru devoir mettre cet article 199 pour ceux qui veulent l'exactitude entiere; car dans certains cas, il y auroit une minute de plus ou de moins dans l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien, en négligeant ou ne négligeant pas les demi-minutes.

200. Etant bien aſſuré de la déclinaiſon du plan

par les opérations précédentes, on ôtera le faux ſtyle; on fera boucher le trou où il avoit été planté; on paſſera ſur tout le plan une couche de blanc ſemblable à la premiere : cette couche effacera, comme inutiles, toutes les lignes & les points faits pour trouver la déclinaiſon du plan. Nous conſeillons, au reſte, de préférer cette méthode de trouver la déclinaiſon des plans à toute autre : elle eſt, ſans contredit, la meilleure, la plus ſûre & la plus commode. Nous rejettons celles où l'on ſe ſert de quelque inſtrument que ce ſoit où entre la bouſſole. Ce ſont les plus fautives de toutes; & j'oſe aſſurer que l'on n'aura jamais bien exactement la déclinaiſon du plan que par le calcul. Cette méthode devient abſolument néceſſaire, ſi on veut faire un Cadran parfait. Si l'on n'en voit qu'un très-petit nombre de ce genre parmi une quantité prodigieuſe de Cadrans, c'eſt preſque toujours, parce que qu'on n'a pas voulu chercher la déclinaiſon du plan avec tout le ſoin convenable, & que l'on s'eſt ſervi de méthodes peu ſûres. On doit, au reſte, ſçavoir qu'un défaut de 15 minutes de dégré dans la connoiſſance de la déclinaiſon du plan, peut rendre faux certains Cadrans juſqu'à demi-quart d'heure. Ainſi, quoique ce calcul paroiſſe compoſé & difficile, il faut dans le commencement ſe roidir pour l'exécuter; deux ou trois points de lumiere calculés rendront cette méthode aiſée & familiere pour les autres points.



SECTION II.

Maniere géométrique de décrire le Cadran vertical déclinant du Midi ou du Septentrion.

201. AVANT que de tracer le Cadran ſur le mur, il eſt bon d'en tracer un ſemblable ſur un grand carton ou ſur un grand papier, à peu près de la grandeur du plan, s'il eſt poſſible. Par la ſituation des lignes horaires entr'elles, on verra où il faut placer le centre du Cadran, la Méridienne; s'il convient de retrancher certaines heures, &c. en un mot, on jugera de toute la diſpoſition du Cadran : on ſentira la commodité de cette pratique.

On tracera ſur le plan propoſé la Méridienne verticale CLM, & puis l'horiſontale HR; après quoi on menera la ligne LD, faiſant avec la Méridienne l'angle DLM égal à la déclinaiſon du plan. La ligne DL peut être de la longueur que l'on voudra, ſelon la grandeur de la figure du Cadran ou du plan; car la grandeur de tout le reſte dépend de la longueur de cette ligne, que nous ſuppoſons terminée au point D, ſur lequel on fera paſſer la verticale du plan ZPD parallele à la Méridienne. Le point d'interſection P de l'horiſontale & de la verticale ſera regardé comme le pied du ſtyle. *Pl.* 11. *Fig.* 42.

Ayant pris LH ſur l'horiſontale égal à la ligne DL, il faudra tirer du point H, centre diviſeur de la Méridienne, la ligne CH, qui faſſe l'angle CHL égal à la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu. Le point d'interſection C de cette ligne avec la Méridienne ſera le centre du Cadran. On menera du centre C la ligne CPB, qui paſſe par le pied du

Pl. 11. *Fig.* 42. ſtyle: ce ſera la ſouſtylaire; après quoi on élevera ſur la ſouſtylaire la perpendiculaire PS égale à la ligne PD, ou à la hauteur du ſtyle: puis on décrira du centre C la ligne CS, qui paſſe par le point S; elle montrera la poſition de l'axe au deſſus de la ſouſtylaire, parce que l'axe doit paſſer par le centre du Cadran & par le ſommet du ſtyle.

Du point S on élevera ſur la ligne CS la perpendiculaire SB, qui ſera le rayon Equinoxial; puis du point B on tirera la perpendiculaire EBN ſur la ſouſtylaire: ce ſera la ligne Equinoxiale, dont le point M ou ſon interſection avec la Méridienne, eſt le point de Midi ſur l'Equinoxiale, & l'interſection avec l'horiſontale, qui eſt au point R de l'Equinoxiale, eſt celui de 6 heures.

Il faudra prendre ſur la ſouſtylaire la partie BA égale au rayon Equinoxial SB, le point A ſera le centre diviſeur de l'Equinoxiale; du point A, comme centre, & d'un intervalle pris à diſcrétion, on décrira le demi-cercle FKOG.

Du point A on tirera une ligne qui paſſe par le point M, & qui doit rencontrer la circonférence du demi-cercle en un point comme K, & une autre qui aboutiſſe au point R, & qui paſſe par le point O du demi-cercle. L'angle KAO doit être droit; on diviſera ce quart de cercle en ſix parties égales, & l'on tirera du centre A des lignes juſqu'à l'Equinoxiale, qui paſſent par les points de diviſion du quart de cercle; ce ſeront les points horaires.

Si l'Equinoxiale eſt aſſez longue pour contenir davantage de points horaires, on tranſportera ſur le demi-cercle quelques diviſions ſemblables du quart de cercle, & par ces nouvelles diviſions on tirera des lignes du centre A juſqu'à l'Equinoxiale; ce ſeront encore des points horaires. Si on veut les demi-heures, on diviſera chaque arc du demi-cercle en deux également; ſi on y veut les quarts, on les diviſera en quatre.

On

On menera du centre C du Cadran des lignes qui passent sur les points horaires de l'Equinoxiale; ce seront les lignes horaires, à l'extrémité desquelles on marquera les heures, en observant que les heures d'avant Midi doivent être à l'Occident de la Méridienne, & celles d'après Midi au côté opposé. Tout cela fait, on met l'axe, dont la situation est toute désignée dans la figure. Nous enseignerons dans la suite comment on le pose. *Pl.* 11. *Fig.* 24.

202. Il faut remarquer que la soustylaire doit toujours se poser dans les plans du Midi & du Nord, au côté opposé à la déclinaison du plan, c'est-à-dire, que si le plan décline vers l'Orient, la soustylaire doit être du côté de l'Occident; & si le plan décline vers l'Occident, la soustylaire doit être du côté de l'Orient. Ce que nous venons de dire de la soustylaire doit s'entendre de la verticale ZPD, & de la ligne de déclinaison DL; car il est évident que ces lignes doivent être du même côté que la soustylaire.

203. La maniere géométrique que nous venons de donner est bonne pour les plans qui regardent obliquement le Midi; mais si le plan regarde obliquement le Nord, il ne faut que renverser la figure de haut en bas, c'est-à-dire, mettre le centre du Cadran en bas, huiler le papier pour que tous les traits paroissent à travers, le présenter ainsi sur le mur du Nord, & on aura le Cadran déclinant du Nord tout tracé : mais il faut l'appliquer sur le mur, en sorte que les lignes que l'on a tracées soient du côté du mur. La Méridienne serviroit de ligne de Minuit; par conséquent elle est inutile. On pourra voir par la situation du mur quelles heures il y faudra marquer. Ces sortes de Cadrans ont un usage extrêmement borné, n'étant jamais éclairés que depuis l'Equinoxe de Mars jusqu'à celui de Septembre; & si le mur décline beaucoup du côté de l'Occident, ils ne peuvent être éclairés que vers le soir,

ſans l'être de tout le matin, & cela ſeulement d'un Equinoxe à l'autre. Il ne faut pas oublier que l'axe doit regarder en haut.

SECTION III.

Maniere de trouver par le calcul les angles horaires du Cadran vertical déclinant du Midi ou du Nord.

204. AVANT que de trouver les angles horaires, il faut avoir trois autres angles, que l'on appelle *fondamentaux*. Ces trois angles ſont 1°. l'angle au centre du Cadran entre la Méridienne & la ſouſtylaire; 2°. l'angle au centre du Cadran entre la ſouſtylaire & l'axe, c'eſt-à-dire, l'angle de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire, que l'on appelle auſſi la *hauteur du pôle ſur le plan*; 3°. l'angle de la différence des Méridiens ou des longitudes, c'eſt-à-dire, l'arc de l'Equateur, compris entre le Méridien du lieu & le Méridien du plan.

205. On trouvera le premier angle, c'eſt-à-dire, l'angle au centre du Cadran entre la Méridienne & la ſouſtylaire par l'analogie ſuivante :

Le ſinus total
eſt au ſinus de la déclinaiſon du plan,
comme la tangente du complément de la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu
eſt à la tangente de l'angle compris entre la Méridienne & la ſouſtylaire.

Nous ſuppoſerons que la déclinaiſon du plan eſt

de 18° orientale, & la hauteur du pôle de 44° 50′; ſon complément eſt de 45° 10′,

log. ſinus de 18°, ſecond terme . . . 948998
log. tang. de 45° 10′, 3ᵉ terme 1000253

Somme & reſte . . . 1949251

qui eſt le log. tangente de 17° 16′; c'eſt l'angle cherché entre la Méridienne & la ſouſtylaire. Remarquez que nous avons mis, ſomme & reſte, pour faire voir qu'en retranchant une unité à gauche, nous avons fait la ſouſtraction du premier terme de l'analogie, qui eſt le ſinus total.

206. Pour trouver le ſecond angle, ou celui qui doit être entre la ſouſtylaire & l'axe, on fera l'analogie ſuivante :

Le ſinus total
eſt au ſinus du complément de la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu,
comme le ſinus du complément de la déclinaiſon du plan
eſt au ſinus de la hauteur du pôle ſur le plan, ou de l'angle entre la ſouſtylaire & l'axe.

log. ſinus de 45° 10′, ſecond terme . . 985074
log. ſinus de 72°, qui eſt le complément
de la déclinaiſon du plan 997821

Somme & reſte . . . 1982895

qui eſt le log. ſinus de 42° 25′; c'eſt l'angle cherché de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire.

207. Pour trouver le troiſieme angle, qui eſt celui de la différence des Méridiens ou des longitudes, on fera l'analogie ſuivante :

Le ſinus total
eſt au ſinus de la hauteur du pôle ſur l'horiſon,
comme la tangente du complément de la déclinaiſon du plan
eſt à la tangente du complément de la différence des Méridiens ou des longitudes.

log. ſinus de 44° 50′	984822
log. tangente de 72°	1048822
Somme & reſte . . .	1033644

qui eſt la tangente de 65° 15′, dont il faut prendre le complément, qui eſt 24° 45′; c'eſt l'angle cherché de la différence des Méridiens ou des longitudes.

208. Voici une autre analogie qui, quoiqu'elle ne ſoit pas abſolument néceſſaire, eſt pourtant très-utile pour s'aſſurer de la juſteſſe du calcul des trois autres précédentes, puiſque le quatrieme terme de la premiere & de la ſeconde font partie de celle-ci, & que le réſultat de celle-ci doit être le même que celui de l'analogie précédente.

Le ſinus de l'angle entre la ſouſtylaire & l'axe
eſt au ſinus total,
comme la tangente de l'angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire
eſt à la tangente de l'angle de la différence des Méridiens ou des longitudes.

log. ſinus total 1000000
log. tangente de 17° 16′; c'eſt l'angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire . 949252

Somme . . . 1949252
log. ſinus de 42° 25′ haut. du pôle ſur le plan 982899

Reſte . . . 966353

qui eſt la tangente de 24° 44′; c'eſt l'angle cherché de la différence des Méridiens ou des longitudes; ce qui prouve que les autres analogies ſont bien faites & juſtes, puiſque le quatrieme terme des deux dernieres eſt entierement ſemblable.

209. Les trois angles fondamentaux étant trouvés, on procedera au calcul des angles horaires; mais auparavant il y a une obſervation à faire.

Dans la détermination des angles horaires, il peut y avoir trois cas; car 1°. ou le point horaire ſe trouvera ſitué entre la Méridienne du lieu & la ſouſtylaire; 2°. ou il ſe trouvera au-delà de la ſouſtylaire par rapport à la Méridienne; 3°. ou il ſe trouvera au-delà de la Méridienne du côté oppoſé à la ſouſtylaire.

Dans le premier & le ſecond cas, c'eſt-à-dire, ſi le point horaire ſe trouve ſitué entre la Méridienne & la ſouſtylaire, ou s'il ſe trouve au-delà de la ſouſtylaire par rapport à la Méridienne, on prendra la différence entre la diſtance du Soleil au Méridien & la différence des longitudes; & dans le troiſieme cas, on prendra la ſomme de la diſtance du Soleil au Méridien & de la différence des longitudes. En un mot, ſi l'on calcule les angles horaires du côté de la ſouſtylaire, c'eſt-à-dire, ceux qui ſont du côté de la Méridienne, où ſe trouve la ſouſtylaire, ayant trouvé la diſtance du Soleil au Méridien & la différence des longitudes, on ſouſtraira l'un de l'autre, & le reſte ſera le troiſieme terme de l'analogie ſui-

vante. Mais si on calcule les angles horaires du côté de la Méridienne opposé à la souſtylaire, on additionnera la distance du Soleil au Méridien avec la différence des longitudes; la somme sera le troisieme terme de l'analogie.

210. Ceci présupposé, on fera l'analogie suivante :

Le sinus total
est au sinus de l'angle entre la souſtylaire & l'axe,
comme la tangente de la différence ou de la somme ci-dessus
est à la tangente de l'angle horaire entre la souſtylaire & la ligne horaire proposée.

Il faut remarquer, avant que de passer outre, que la souſtylaire étant la Méridienne du plan, c'est de cette ligne, & par rapport à elle, que doivent se compter tous les angles horaires. Ainsi quand nous parlerons d'un angle horaire, il faudra toujours entendre que cet angle est par rapport à la souſtylaire, & non à l'égard de la Méridienne ou ligne de Midi.

Pour faire le calcul des angles horaires avec ordre par l'analogie précédente, il convient de faire une Table, comme pour le Cadran horisontal. Nous en donnerons bientôt un modele : nous calculerons présentement quelques angles horaires, pour faire voir comment il faut s'y prendre.

La déclinaison du plan étant supposée ci-dessus orientale, la souſtylaire se trouvera du côté occidental du Cadran, où doivent être les heures du matin; par conséquent, il faut souſtraire, pour les heures du matin, la distance du Soleil au Méridien de la différence des longitudes, parce que ces heures du matin sont du même côté que la souſtylaire : ce

qui sera le troisieme terme de la précédente analogie.

Nous commencerons donc par onze heures du matin, dont la distance du Soleil au Méridien est 15°; la différence des longitudes, comme nous l'avons vû ci-dessus (207) est de 24° 45′; ôtant le plus petit nombre du plus grand, c'est-à-dire, 15° de 24° 45′, reste 9° 45′, & c'est le troisieme terme de l'analogie. Le second est l'angle de l'axe avec la soustylaire.

log. sinus de 42° 25′, second terme . 982899
log. tangente de 9° 45′, 3e terme . . 923510

Somme & reste . . . 1906409

qui est le log. tangente de 6° 37′; c'est le quatrieme terme cherché, & l'angle horaire de onze heures entre la soustylaire & la ligne horaire.

A 10 heures, la distance du Soleil au Méridien est de 30°, dont il faut soustraire 24° 45′, qui est la différence des longitudes, reste 5° 15′. Il faut toujours mettre le même second terme, qui est le log. sinus de 42° 25′ 982899
log. tangente de 5° 15′. 896325

Somme & reste . . . 1879224

qui est le log. tangente de 3° 33′; c'est le quatrieme terme de l'analogie, & l'angle horaire depuis la soustylaire, pour 10 heures.

A 9 heures, la distance du Soleil au Méridien est de 45°, dont il faut soustraire 24° 45′; reste 20° 15′.

log. sinus de 42° 25′ 982899
log. tangente de 20° 15′ 956693

Somme & reste . . . 1939592

qui est le log. tangente de 13° 58′, qui est l'angle horaire de 9 heures.

A 8 heures, la distance du Soleil au Méridien est de 60°, dont il faut soustraire la différence des longitudes 24° 45′; reste 35° 15′.

log. ſinus de 42° 25′ 982899
log. tangente de 35° 15′ 984925

Somme & reſte . . . 1967824

qui eſt le log. tangente de 25° 29′; c'eſt l'angle horaire de 8 heures.

A 6 heures, (nous omettons les 7 heures, pour n'être pas ſi long), la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 90°, dont il faut ſouſtraire la différence des longitudes 24° 45′; reſte 65° 15′, dont le log. tangente eſt 1033629
log. ſinus de 42° 25′ 982899

Somme & reſte . . . 1016528

qui eſt le log. tangente de 55° 39′; c'eſt l'angle horaire de 6 heures.

A 5 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 105°, dont il faut ſouſtraire 24° 45′; reſte 80° 15′.

log. ſinus de 42° 25′ 982899
log. tangente de 80° 15′ 1076490

Somme & reſte . . . 1059389

qui eſt le log. tangente de 75° 42′; c'eſt l'angle horaire de 5 heures.

A 4 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 120°, dont il faut ſouſtraire la différence des longitudes 24° 45′; reſte 95° 15′; & comme ce dernier nombre de dégrés ſurpaſſe 90°, les 4 heures du matin ne peuvent pas ſe mettre à ce Cadran.

211. Nous n'avons calculé les angles horaires que d'heure en heure ſans parler des demi-heures ni des quarts, ni des minutes. Nous n'avons fait le calcul précédent que pour faire voir comment il faut s'y prendre; on pourra le faire ſoi-même de 5 en 5 minutes, ſi l'on veut. Nous allons voir comment il faut faire le calcul pour les angles horaires du ſoir, qui ſont les heures du côté de la Méridienne op-

poſé à la ſouſtylaire. Ici il faudra ajouter la différence des longitudes à la diſtance du Soleil au Méridien pour chaque angle horaire ; ce qui ſera le troiſieme terme de l'analogie : nous ne calculerons point les heures de ſuite, mais quelques-unes ſeulement pour abréger.

A une heure après Midi la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 15°, qu'il faut ajouter à la différence des longitudes 24° 45′ ; cela fait 39° 45′.

log. ſinus de 42° 25′ 982899
log. tangente de 39° 45′ 991996

Somme & reſte . . . 1974895

qui eſt le log. tangente de 29° 18′ ; c'eſt l'angle horaire d'une heure après Midi.

A 4 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 60°, à quoi il faut ajouter 24° 45′ ; ce qui fait 84° 45′.

log. ſinus de 42° 25′ 982899
log. tangente de 84° 45′ 1103675

Somme & reſte . . . 1086574

qui eſt le log. tangente de 82° 14′.

A 5 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 75°, auxquels il faut ajouter 24° 45′ ; ce qui fait 99° 45′, par où l'on voit que l'on ne peut avoir davantage d'heures ſur ce Cadran : tout au plus on pourroit y trouver 4 heures & un quart.

212. Remarquez que ces angles horaires du côté de la Méridienne oppoſé au côté où ſe trouve la ſouſtylaire, doivent également ſe compter à l'égard de la ſouſtylaire, & non par rapport à la Méridienne. Ainſi la ligne horaire, par exemple, de 4 heures du ſoir, doit faire un angle au centre du Cadran de 82° 14′ avec la ſouſtylaire, c'eſt-à-dire, que l'angle entre la ſouſtylaire & la ligne horaire de 4 heures après Midi eſt de 82° 14′. Il en faut dire de

même de tous les angles horaires quels qu'ils ſoient ; & de quelque côté du Cadran qu'ils ſoient placés : ils doivent toujours partir de la ſouſtylaire.

213. On obſervera de ne jamais mettre, à quelque Cadran vertical que ce ſoit déclinant du Midi, aucune heure ou ligne horaire qui faſſe un angle droit ou de 90 dégrés avec la Méridienne, c'eſt-à-dire, qu'aucune ligne horaire ne doit faire une ligne horiſontale au centre du Cadran, parce que l'ombre de l'axe ne peut jamais faire une ligne horiſontale, puiſqu'il regarde en bas. Il n'en eſt pas de même des Cadrans verticaux déclinans du Nord. Comme l'axe regarde en haut, il peut marquer des heures au deſſus & au deſſous de ſon centre.

214. Si le Cadran vertical déclinant du Midi à l'Orient, comme nous l'avons ſuppoſé juſqu'à préſent, déclinoit du côté de l'Occident, il auroit fallu faire le calcul pour les heures du ſoir, comme nous l'avons fait pour les heures du matin, & le calcul pour les heures du matin, comme nous l'avons fait pour les heures du ſoir, parce que la ſouſtylaire ſe trouveroit dans le côté oriental du Cadran parmi les heures du ſoir.

215. Il ne faut jamais tracer plus de 12 heures ſur quelque Cadran vertical que ce ſoit, parce qu'il ne peut en marquer un plus grand nombre dans quelque ſituation qu'on le ſuppoſe. On peut toujours y en mettre douze, s'il ne décline point du tout ; mais il en marquera moins s'il eſt déclinant ; & plus ſa déclinaiſon ſera grande, moins il marquera d'heures, ſurtout s'il décline de plus de 37° ou environ, qui eſt la plus grande amplitude du Soleil. En ce cas, ſi la déclinaiſon du plan eſt vers l'Orient, il ne ſera jamais éclairé lorſque le Soleil ſe couche ; & s'il eſt déclinant vers l'Occident, il ne ſera jamais éclairé au lever du Soleil ; par conſéquent, il ſeroit inutile d'y tracer 12 heures.

216. Pour faire mieux entendre ce que nous avons dit dans plusieurs articles, & ce que nous avons encore à dire, nous donnerons un autre exemple du calcul pour un Cadran fort déclinant & presque oriental. Nous supposerons sa déclinaison du Midi vers l'Orient de 80°; la même hauteur du pôle de 44° 50′ : cet exemple contribuera à applanir plusieurs difficultés qui pourroient arrêter.

On commencera par trouver les trois angles fondamentaux par les analogies des articles 205, 206 & 207. On fera aussi celle de l'article 208, pour s'assurer de la justesse du calcul que l'on aura fait par les trois autres.

On trouvera, 1°. que l'angle entre la Méridienne & la soustylaire sera de 44° 44′.

2°. L'angle de la hauteur de l'axe sur la soustylaire sera de 7° 4′.

3°. La différence des longitudes sera de 82° 55′.

217. Les trois principaux angles étant trouvés, on fera le calcul des angles horaires, par l'analogie de l'art. 210, dont le second terme est le sinus de la hauteur de l'axe sur la soustylaire, & le troisieme est la tangente de la différence des longitudes. La déclinaison du plan étant supposée orientale, la soustylaire se trouve parmi les heures du matin, c'est-à-dire sur le côté occidental du Cadran. Ainsi, pour calculer les angles horaires du matin, il faudra prendre pour le troisiéme terme de l'analogie la différence entre la différence des longitudes & la distance du Soleil au Méridien; & pour les heures du soir, ajouter la différence des longitudes à la distance du Soleil au Méridien. Commençons par le calcul des angles horaires du matin, qui est le côté où se trouve la soustylaire.

A 11 heures avant Midi, la distance du Soleil au Méridien est de 15°, qu'il faut soustraire de la différence des longitudes, qui est de 82° 55′; reste 67° 55′.

log. ſinus de la hauteur de l'axe 7° 4'. . 908999
log. tangente de 67° 55'. 1039177

Somme & reſte . 1948176

qui eſt le log. tangente de 16° 52'; c'eſt l'angle horaire de 11 heures, par rapport à la ſouſtylaire, que l'on poſera entre la Méridienne & la ſouſtylaire.

A 7 heures du matin, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 75° qu'il faut ſouſtraire de 82° 55'; reſte 7° 55'.

log. ſinus de 7° 4' hauteur de l'axe. . 908999
log. tangente de 7° 55' 914320

Somme & reſte . 1823319

qui eſt le log. tangente de 0° 59'; c'eſt l'angle horaire de 7 heures avec la ſouſtylaire, qu'il faut poſer entre la Méridienne & la ſouſtylaire.

A 6 heures la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 90°, dont il faut ſouſtraire 82° 55', reſte 7° 5'.

log. ſinus de 7° 4'. 908999
log. tangente de 7° 5'. 909434

Somme & reſte . 1818433

qui eſt le log. tangente de 0° 53'; c'eſt l'angle horaire de 6 heures avec la ſouſtylaire, qu'il faut poſer après la ſouſtylaire, de façon que la ſouſtylaire ſe trouve entre cette derniere ligne horaire & la Méridienne.

Remarquez que ce Cadran déclinant ſi fort vers l'Orient, ſera éclairé auſſitôt que le Soleil ſe levera: c'eſt pourquoi on calculera les angles horaires juſqu'à 4 heures du matin.

Nous verrons bientôt, quand nous calculerons les heures du ſoir, que nous ne pouvons pouſſer le calcul, que juſques vers les 25 minutes après Midi. Cependant, comme ce Cadran peut marquer juſqu'à

Midi & trois quarts, nous ſommes obligés, pour avoir cet angle horaire de Midi trois quarts, de trouver l'angle horaire correſpondant du matin, qui eſt Minuit & trois quarts. Pour trouver la diſtance du Soleil au Méridien à Minuit & trois quarts, il faut ſçavoir qu'à Minuit la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 180°; & comme à Minuit & trois quarts il eſt plus près du Méridien de 11° 15′, il faut ſouſtraire de 180° ces 11° 15′, il reſtera 168° 45′, qui eſt la diſtance du Soleil au Méridien à Minuit & trois quarts, dont il faut ſouſtraire la différence des longitudes, parce que c'eſt toujours parmi les heures du matin; reſte 85° 50′.

log. ſinus de la hauteur de l'axe 7° 4′ .	908999
log. tangente de 85° 50′	1113757
Somme & reſte . . .	1022756

qui eſt le logarithme tangente de 59° 22′; c'eſt l'angle horaire de Minuit & trois quarts, qu'il faut poſer après la ſouſtylaire.

Pour avoir Midi & demi, que nous ne pouvons pas trouver par le calcul, nous avons beſoin d'avoir Minuit & demi, dont la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 172° 30′, dont il faut ſouſtraire la différence des longitudes 82° 55′, reſte 89° 35′.

log. ſinus de 7° 4′	908999
log. tangente de 89° 35′.	1213833
Somme & reſte .	1122832

qui eſt le log. tangente de 86° 37′; c'eſt l'angle horaire à l'égard de la ſouſtylaire pour Minuit & demi.

218. Pour les heures du ſoir, nous ne pouvons avoir par le calcul que Midi & un quart, dont la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 3° 45′, qu'il faut ajouter à la différence des longitudes 82° 55′; ce qui fait 86° 40′.

log. ſinus de 7° 4′ 908999
log. tang. de 86° 40′ 1123475

Somme & reſte . . . 1032474

qui eſt le log. tangente de 64° 40′; c'eſt l'angle horaire avec la ſouſtylaire de Midi & un quart.

Nous avons dit que ce Cadran pouvoit marquer juſqu'à Midi & trois quarts. Il y manque donc deux lignes horaires de l'après Midi, qui ſont Midi & demi, & Midi & trois quarts, leſquels deux angles nous pourrons avoir, en prenant le ſupplément des angles horaires de Minuit & demi, & de Minuit & trois quarts. Pour avoir ce ſupplément (24) il faut ſouſtraire chacun de ces deux angles de 180°. Nous venons de voir que l'angle horaire de Minuit & demi eſt de 86° 37′, qu'il faut ſouſtraire de 180°; reſte 93° 23′; c'eſt juſtement l'angle horaire de Midi & demi avec la ſouſtylaire.

Enſuite, pour avoir l'angle horaire de Midi & trois quarts, il faut prendre le ſupplément de l'angle horaire de Minuit & trois quarts. Or nous venons de voir auſſi que l'angle horaire de Minuit & trois quarts eſt de 59° 22′, qu'il faut ſouſtraire de 180°; reſte 120° pour l'angle horaire de Midi & trois quarts avec la ſouſtylaire.

219. A l'égard de la maniere de trouver les premieres & dernieres heures à tracer ſur les Cadrans verticaux déclinans, nous n'en parlerons point dans ce Traité. C'eſt un article aſſez difficile, qui demande bien du calcul & bien des connoiſſances que nous ne ſuppoſons point dans ceux pour qui nous avons fait ce Traité: la choſe n'eſt pas de conſéquence; car enfin le Cadran n'en ſera pas moins juſte, quand il y aura une ligne horaire de plus qu'il ne faut. Nous nous contenterons de donner à la fin de cet Ouvrage une Table qui fera ſuffiſamment connoître les premieres & dernieres heures, qu'il

faudra tracer ſur les Cadrans verticaux déclinans, ſelon leurs dégrés de déclinaiſon.

220. Si l'on veut bien entrer dans tous les calculs précédens, il eſt néceſſaire de les lire la plume à la main, de même que les Tables des ſinus, tangentes, &c. & de faire ſoi-même les calculs à meſure qu'on les lit; voir ſi les réſultats ſont les mêmes, calculer les angles horaires que nous avons omis, &c. J'oſe aſſurer que c'eſt la meilleure méthode pour les bien entendre. Sans cela on y viendra difficilement, ou peut-être point du tout. Il faut un grand ordre dans les calculs de cette eſpéce. Pour cela on fera bien de dreſſer une Table, à peu près comme celle dont nous préſentons le modele, qui ſera en ſept colomnes, & dont nous donnerons l'explication enſuite.

Hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu, 44° 50′.
Déclinaiſon occidentale du plan, 15° 18′.
Angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire, 14° 52′.
Hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire, 43° 10′.
Différence des Méridiens ou des longitudes, 21° 12′.

Pour les heures depuis Midi juſqu'au ſoir.

Heures & quarts.	Diſtances du Soleil au Méridien.		Différences entre la diſtance du Sol. au Mérid. & la différ. des longitudes.		Angles horaires.		Dif-fér.	Cordes des ang. hor.	Dif-fér.
Midi 15′	3°	45′	17°	27′	12°	8′	160	211	46
30	7	30	13	42	9	28	157	165	46
45	11	15	9	57	6	51	156	119	45
1 heure.	15	0	6	12	4	15	154	74	45
15	18	45	2	27	1	41	155	29	14
30	22	30	1	18	0	53	155	15	45
45	26	15	5	3	3	28	154	60	46
2 heur.	30	0	8	48	6	3	156	106	45
15	33	45	12	33	8	39	160	151	46
30	37	30	16	18	11	19	162	197	47
45	41	15	20	3	14	1	166	244	48
3 heur.	45	0	23	48	16	47	171	292	49
15	48	15	27	33	19	38	177	341	51
30	52	30	31	18	22	35	183	392	52
45	56	15	35	3	25	38	191	444	54
4 heur.	60	0	38	48	28	49	199	498	55
15	63	45	42	33	32	8	208	553	58
30	67	30	46	18	35	36	218	611	60
45	71	15	50	3	39	14	230	671	64
5 heur.	75	0	53	48	43	4	241	735	64
15	78	45	57	33	47	5	255	799	67
30	82	30	61	18	51	20	267	866	69
45	86	15	65	3	55	47	280	935	72

6 heures.

6 heur.	90° 0′	68° 48′	67° 27′		1007	
15	93 45	73 33	65 19	292	1080	73
30	97 30	76 18	70 23	304	1153	73
45	101 15	80 3	75 37	314	1226	73
7 heur.	105 0	83 48	80 59	322	1299	73
15	108 45	87 33	86 25	326	1369	70
20	110 0	88 48	88 15	110	1392	23

Pour les heures depuis Midi en rétrogradant, jusqu'au matin.

Heures & quarts.	Distances du Soleil au Mérid.	Distances du Soleil au Mérid. addition. avec la differ. des longitudes.	Angles horaires.	Différ.	Cordes des ang. hor.	Différ.
45′	3° 45′	24° 57′	17° 39′		307	
30	7 30	28 42	20 32	173	356	49
15	11 15	32 27	23 28	176	407	51
11 heur.	15 0	36 12	26 36	188	460	53
45	18 45	39 57	29 49	193	515	55
30	22 30	43 42	33 11	202	572	57
15	26 15	47 27	36 42	211	630	59
10 heur.	30 0	51 12	40 24	222	691	61
45	33 45	54 57	44 17	233	754	63
30	37 30	58 42	48 22	245	819	65
15	41 15	62 27	52 40	258	887	68
9 heur.	45 0	66 12	57 11	271	957	70
45	48 45	69 57	61 55	284	1029	72
30	52 30	73 42	66 51	296	1102	73
15	56 15	77 27	71 59	308	1175	73
8 heur.	60 0	81 12	77 15	316	1248	73
45	63 45	84 57	82 38	323	1320	72
30	67 30	88 42	86 6	328	1391	71
25	68 45	89 57	89 55	109	1413	22

221. Il y a plusieurs remarques à faire sur cette Table, où nous avons pris pour exemple un plan du Midi déclinant vers l'Occident de 15° 18′; on fera bien de vérifier soi-même tout ce qu'elle contient. Quand on en fera une, il n'est pas nécessaire de tirer toutes ces lignes; parce qu'on peut la mettre plus au large, pour avoir la facilité de corriger les fautes que l'on peut faire en calculant. Nous avons donné cette forme à celle-ci pour qu'elle tienne moins de place. On remarquera donc que la premiere colomne ne contient que les heures & les quarts que l'on peut mettre sur le Cadran. La seconde contient la distance du Soleil au Méridien, correspondante à chaque heure & à chaque quart. La troisiéme contient la différence entre chaques distances du Soleil au Méridien, & la différence des longitudes, parce que la soustylaire est du côté des heures du soir. La déclinaison du plan étant occidentale, la soustylaire doit se mettre du côté opposé à la déclinaison, c'est-à-dire, du côté oriental où se trouvent les heures du soir; & pour la Table des heures du matin, qui sont du côté de la Méridienne, opposé à la soustylaire, la différence des longitudes est ajoutée à la distance du Soleil au Méridien, comme l'on voit à la troisiéme colomne.

La quatriéme colomne contient les angles au centre du Cadran, qui sont les lignes horaires avec la soustylaire, selon que le calcul les a donnés. On peut remarquer que nous avons avancé le calcul, soit pour les heures du soir, soit pour les heures du matin, autant qu'il a été possible; puisque pour le dernier angle horaire du soir, qui est 7 heures 20 minutes, la distance du Soleil au Méridien, soustraction faite de la différence des longitudes, est de 88° 15′. On voit que nous ne pouvions pas aller plus loin. Il en est de même pour les heures du matin. La distance du Soleil au Méridien additionnée

avec la différence des longitudes au dernier angle horaire de la Table, eſt de 89° 57′; ainſi nous en ſommes reſtés là, parce qu'on ne peut pas paſſer 90°.

222. Examinons ſi tous les angles horaires de la Table ſont néceſſaires, ou s'il y en a trop, ou s'il n'y en a pas aſſez; c'eſt-à-dire, ſi toutes les heures que ce Cadran peut marquer ſont réellement dans la Table. Ceci ſervira de principe général. Nous avons dit, art. 213, qu'aucun angle horaire ne devoit faire un angle de 90° avec la Méridienne. Or voici comment on trouve l'angle d'une ligne horaire avec la Méridienne : car le calcul ne nous donne les angles qu'à l'égard de la ſouſtylaire.

223. 1°. Les angles des lignes horaires, qui ſont entre la Méridienne & la ſouſtylaire, ſe trouveront en ôtant l'angle de la ſouſtylaire avec la ligne horaire, de l'angle de la ſouſtylaire avec la Méridienne. 2°. Les angles qui ſont au-delà de la ſouſtylaire & du côté oppoſé à celui de la Méridienne, ſe trouveront en ajoutant ces deux angles. 3°. On aura ceux qui ſont de l'autre côté de la Méridienne, en prenant la différence entre l'angle horaire & l'angle de la ſouſtylaire avec la Méridienne, ou ſouſtrayant l'angle de la ſouſtylaire avec la Méridienne, de l'angle horaire.

224. Nous avons dit, art. 213, qu'il ne falloit pas qu'aucune ligne horaire fît une ligne horiſontale paſſant par le centre d'un Cadran déclinant du Midi, c'eſt-à-dire, qu'aucune ligne horaire ne devoit pas faire un angle de 90° avec la Méridienne, ce que nous avons encore répété à l'art. 222. Nous ajoutons à celui-ci, que ſi le Cadran déclinant du Midi, ne décline pas plus de 37° ou environ, il pourra marquer les heures, qui ne feront pas un angle droit ou de 90° avec la Méridienne; par conſéquent on pourra toujours ſe régler là-deſſus. Com-

me la Table ci-dessus est calculée pour une déclinaison du plan moindre que 37°, puisque nous n'avons supposé la déclinaison que de 15° 18', voyons encore s'il y a quelque angle horaire de plus ou de moins dans cette Table.

225. Nous commencerons par les heures du soir, qui sont du côté oriental du Cadran, parmi lesquelles est la soustylaire. La derniere ligne horaire qui se trouve dans cette Table est 7 heures 20', dont l'angle horaire est 88° 15' pour trouver quel angle fait avec la Méridienne cet angle horaire 88° 15', il faut y ajouter l'angle de la Méridienne avec la soustylaire, qui est 14° 52', ce qui fera 103° 7'; & comme 103° 7' est un plus grand angle que 90°, il s'ensuit, selon les principes précédens, que l'on ne peut pas mettre à ce Cadran cet angle horaire 103° 7', qui fait un angle de plus de 90° avec la Méridienne. Nous ne pouvons pas non plus y mettre l'angle horaire de 7 heures du soir, qui est 80° 59', parce qu'étant ajouté avec 14° 52', ce sera un angle de 95° 51' avec la Méridienne; mais le Cadran pourra marquer 6 heures & demie, dont l'angle horaire est de 70° 23', qui étant ajouté à 14° 52', qui est l'angle de la Méridienne avec la soustylaire, fera un angle de 85° 15': il pourroit encore marquer jusqu'à six heures 40 minutes, parce que son angle horaire ajouté avec l'angle de la Méridienne avec la soustylaire, feroit un angle moindre que 90°.

226. Quant aux heures du matin, la premiere ligne horaire, qui est au fond de la Table, est 7 heures 25 minutes: or les heures du matin étant du côté occidental, & de l'autre côté de la Méridienne, ces heures sont dans le troisieme cas de l'art. 223. Ainsi pour trouver l'angle que font avec la Méridienne les heures du matin, il faut soustraire l'angle horaire de l'angle de la Méridienne avec la sous-

tylaire. L'angle horaire de 7 heures 25 minutes est de 89° 55′, dont il faut soustraire l'angle de la Méridienne avec la soustylaire, qui est toujours 14° 52′; reste 75° 3′, qui est un angle beaucoup moindre que 90°; par conséquent le Cadran peut marquer encore plus matin.

227. Pour avoir des angles horaires des heures plus matin que celles qui sont marquées dans la Table, on prend les supplémens des angles horaires du soir surnuméraires; car on doit les calculer & trouver, afin qu'ils servent par leur *supplément* à ce que le calcul n'a pû donner pour le matin. Cherchons donc l'angle horaire de 7 heures & un quart. Nous voyons dans la Table que l'angle horaire de 7 heures un quart du soir est de 86° 25′, qu'il faut soustraire de 180°; reste 93° 35′, qui est l'angle horaire de 7 heures un quart du matin. Maintenant pour avoir l'angle que fait cet angle horaire avec la Méridienne, il faut soustraire de ces 93° 35′ les 14° 52′, qui est l'angle de la Méridienne avec la soustylaire: reste 78° 43′; ce qui prouve que le Cadran peut encore marquer des heures plus matin, parce qu'il y a encore loin jusqu'à 90°.

Voyons donc encore si 7 heures du matin pourront se mettre au Cadran. L'angle horaire de 7 heures du soir est de 80° 59′, dont il faut avoir le supplément en ôtant ces 80° 59′ de 180°: il restera 99° 1′, qui sera l'angle horaire de 7 heures du matin; & ôtant de cet angle horaire 99° 1′, l'angle de la soustylaire avec la Méridienne, qui est de 14° 52′, restera 84° 9′, qui est l'angle entre la Méridienne & la ligne horaire de 7 heures du matin. Nous voyons que nous pouvons encore poser sur ce Cadran une autre ligne horaire avant 7 heures du matin, qui sera 6 heures 3 quarts.

Nous trouvons dans la Table que l'angle horaire de 6 heures trois quarts du soir est de 75° 37′, dont

il faut prendre le ſupplément pour avoir l'angle horaire de 6 heures trois quarts du matin. Pour cela, il faut ſouſtraire 75° 37′ de 180°; reſtera 104° 23′, qui ſera l'angle horaire avec la ſouſtylaire de 6 heures trois quarts du matin; duquel angle horaire il faut ſouſtraire 14° 52′; reſtera 89° 31′, qui ſera l'angle de la ligne horaire de 6 heures trois quarts du matin à l'egard de la Méridienne; par conſéquent, le Cadran, dont le calcul eſt contenu dans la précédente Table, peut contenir depuis 6 heures trois quarts du matin juſqu'à 6 heures 40 minutes du ſoir: ce qui fait 12 heures moins 5 minutes.

228. La cinquieme colomne de la Table n'eſt que pour s'aſſurer de la juſteſſe du calcul des angles horaires contenus dans la quatrieme colomne: ce ſont les différences entre chaque angle horaire. Pour faire cette cinquieme colomne, il faut multiplier les dégrés d'un angle horaire par 60 minutes, & y ajouter les minutes reſtantes, s'il y en a; faire cette opération à chaque angle horaire, & ſouſtraire enſuite le plus petit du plus grand: le reſte donne la différence. Nous avons aſſez expliqué ceci vers la fin de l'article 134.

229. Ceux qui n'ont pas des échelles des cordes ont abſolument beſoin de la ſixieme colomne de la Table, qui contient les cordes des angles horaires. Nous avons encore expliqué aſſez au long la maniere de calculer cette colomne dans les art. 114, 115, 116 & 117, que l'on peut voir de nouveau, s'il eſt beſoin; & la ſeptieme colomne n'eſt néceſſaire que pour s'aſſurer du calcul des cordes des angles horaires: elle eſt très-facile à faire; on commencera par le fond de la Table, en ôtant le plus petit nombre du plus grand, & on écrira chaque reſte: ces reſtes ſeront les différences d'une corde à l'autre. Ceux qui auront des échelles des cordes ſeront diſpenſés de faire les deux dernieres colomnes.

230. Lorſque le calcul de la Table ſera fini, toutes les cinq colomnes deviennent inutiles, excepté celle des angles horaires, & celle qui contient les heures & les quarts. Si l'on n'a pas une échelle des cordes, mais ſeulement une échelle des parties égales, on ſe ſervira de la ſixieme colomne, & non de la quatrieme.

SECTION IV.

Maniere de tracer par le calcul les Cadrans verticaux déclinans du Midi ou du Septentrion.

231. AVANT que de tracer le Cadran ſur le mur, on fera très-bien de le tracer premierement ſur le parquet, ou ſur une table, dans toute ſa grandeur : cette précaution devient plus néceſſaire à meſure que le plan décline davantage. On ſera convaincu de l'utilité de cette pratique par l'expérience; car il eſt des circonſtances, où on a beſoin de voir toute la diſpoſition du Cadran pour placer le centre comme il faut. Si on le trace ſur le mur ſans l'avoir tracé ailleurs, on riſque fort d'être obligé de refaire pluſieurs fois ſon ouvrage, & de gâter ſon plan par une infinité de lignes inutiles, qui peuvent occaſionner bien des fautes. Nous ferons dans la ſuite pluſieurs remarques utiles là-deſſus.

232. Ayant décrit dans les articles 201, 202, 203 la maniere de tracer géométriquement les Cadrans verticaux déclinans, nous ne répeterons pas ce que nous y avons dit : on peut relire ces articles, dont une partie peut ſervir ici. Nous ajouterons ſeulement ce qui convient à la deſcription des Cadrans verticaux déclinans par le calcul.

Pl. 12. *Fig.* 43. Après que l'on aura déterminé le point où l'on doit poser le centre C du Cadran, qui doit être disposé à peu près comme dans la Figure vers le milieu de la partie supérieure du plan, si la déclinaison n'est pas grande, on plantera à ce point C un petit bout de fil de fer, ou mieux de cuivre, de la grosseur à peu près d'un tuyau de plume à écrire, pointu du bout qui doit entrer dans le mur, & environ d'un pouce de long. On l'enfoncera dans le mur entierement, de façon qu'il ne déborde point, mais qu'il affleure le mur. On fera au milieu de ce cloud un petit trou peu profond avec un poinçon aiguisé de court & bien aigu : ce trou servira de centre au Cadran.

233. Observez que le centre C du Cadran ne doit pas être placé au milieu, si la déclinaison du plan est fort grande, comme de 40 ou 50 dégrés; mais un peu à côté, afin qu'il y ait plus de place du côté où il doit y avoir davantage de lignes horaires; c'est ce que l'on examinera quand on tracera le Cadran sur le parquet.

234. On suspendra un plomb à un fil fin ou une soye, au dessus du centre C, qui descende jusques au bas du plan, (avec les précautions indiquées dans l'article 165,) pour marquer la ligne de Midi CM, qui doit être exactement verticale. Cette ligne CM doit passer par le centre C du Cadran. Du centre C on décrira un demi-cercle DME, dont le rayon ou l'ouverture du compas soit égale au rayon de l'échelle des cordes ou des parties égales qu'on employe. Si le plan a beaucoup d'étendue, il faut que ce rayon soit fort grand, & toujours le plus grand que le plan pourra le permettre, même de cinq ou six pieds; de sorte que si l'on se sert d'une échelle des cordes, il faut que son rayon, qui est la corde de 60 dégrés, soit de cette longueur. Si c'est une échelle des parties égales, on prendra pour rayon 4

ou 5000 parties : pour lors on multipliera chaque corde contenue dans la sixieme colomne de la Table, par 4 ou 5. Si l'on veut se servir d'un compas à verge, où il y ait une échelle des cordes, il faudra fixer une boëte sur le bout où commence l'échelle, & fixer l'autre sur le 60e dégré; & avec cette ouverture décrire le demi-cercle DME très-légerement, en appuyant une pointe dans le trou du centre C. *Pl.* 12. *Fig.* 43.

235. On commencera à tracer la soustylaire CS. On voit dans la Table que l'angle de la soustylaire avec la Méridienne est de 14° 52′; on prendra sur l'échelle des cordes la distance d'une boëte à l'autre de 14° 52′: on posera une pointe sur le point M, où le demi-cercle DME coupe la Méridienne CM, & l'on marquera sur le même demi-cercle un point vers S du côté oriental du Cadran, parce que la déclinaison du plan est supposée occidentale dans notre exemple. Si on tire une ligne du centre C du Cadran qui passe par le point S, ce sera la soustylaire. Si l'on n'a pas une échelle des cordes, mais seulement une échelle des parties égales, on cherchera la corde de l'angle de la Méridienne avec la soustylaire 14° 52′; pour cela, on prendra la moitié de 14° 52′, qui est 7° 26′, dont le sinus naturel est de 1293725 parties qu'il faut doubler; ce sera 2587450; dont il faut retrancher quatre chiffres : reste 259 parties pour la corde de l'angle de la soustylaire avec la Méridienne 14° 52′. On prendra donc cette distance de 259 parties, que l'on portera depuis le point M sur le demi-cercle DME jusqu'au point S, qui sera également celui par où doit passer la soustylaire.

236. Quand on aura marqué le point S de la soustylaire sur le demi-cercle, on y plantera une pointe de cuivre, comme on a fait au centre C du Cadran, & qui affleure le plan; on fera un petit

Pl. 12. trou au point d'interſection du demi-cercle & de la
Fig. 43. ligne ſouſtylaire, pour poſer une pointe de compas ſur ce point, & de-là marquer tous les points horaires ſur le demi-cercle DME.

237. On marquera ſur le demi-cercle l'angle de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire, que nous trouvons dans la Table être de 43° 10′; on prendra ſur l'échelle des cordes la diſtance de l'angle de 43° 10′, que l'on portera du point S de la ſouſtylaire vers A au point A, ſur lequel on fera paſſer la ligne du centre C. La ligne CA ſera celle de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire. Si on n'a pas une échelle des cordes, mais une échelle des parties égales, on cherchera la corde de l'angle 43° 10′: on prendra la moitié de cet angle, & le ſinus naturel de cette moitié de l'angle; on doublera ce ſinus; on en retranchera les 4 derniers chiffres: le reſte donnera le nombre des parties qui font la corde de 43° 10′, que l'on portera ſur le demi-cercle de S en A. Cette ligne CA repréſentera l'axe du Cadran.

238. On marquera ſur le demi-cercle DME tous les points horaires, les faiſant tous partir du point S. Nous en ſpécifierons quelques-uns pour exemple, & nous choiſirons ceux où l'on pourroit trouver quelque difficulté.

En commençant du côté oriental du Cadran, où ſe trouve la ſouſtylaire parmi les heures du ſoir, on voit dans la Table que l'angle horaire de Midi & un quart eſt de 12° 8′; on prendra ſur l'échelle des cordes du compas à verge la diſtance de 12° 8′, dont on poſera une pointe ſur le point S de la ſouſtylaire, & on marquera ſur le demi-cercle vers M le point horaire de Midi & un quart. Enſuite pour Midi & demi l'on voit dans la Table que l'angle horaire eſt de 9° 28′; on le portera également, au moyen du compas à verge, ſur le demi-cercle du point S vers M.

Pour une heure & un quart, l'angle horaire est de 1° 41', que l'on portera de S vers M. Pour une heure & demie l'angle horaire n'est que de 53 minutes, que l'on portera également, par le moyen du compas à verge, de S vers D de l'autre côté de la soustylaire, opposé à la Méridienne. Pour une heure trois quarts l'angle horaire est de 3° 28', que l'on portera sur le demi-cercle de S vers D. Ainsi de tous les autres angles horaires. *Pl.* 12. *Fig.* 43.

239. Nous avons trouvé, art. 225, que ce Cadran pouvoit marquer jusqu'à 6 heures & demie du soir, dont nous avons vû l'angle horaire de 70° 23', que l'on portera de S vers D. Nous supposons toujours que l'on se serve d'un compas à verge, où il y a une échelle des cordes. Mais si on n'a qu'une échelle des parties égales, on se servira de la sixieme colomne de la Table, où l'on trouvera la longueur de toutes les cordes des angles horaires, que l'on portera sur le demi-cercle du point S vers M ou vers D, selon le cas, comme nous venons de l'expliquer dans l'article précédent. Ces distances de chaque longueur de corde doit se prendre plutôt avec un compas à verge tel quel, qu'avec un compas ordinaire, excepté peut-être les petites distances, comme sont les angles horaires les plus proches de la soustylaire.

240. Quand on aura marqué tous les points horaires des heures du soir du côté oriental du Cadran, on fera de même pour tous les angles horaires du matin, qui doivent se poser du côté occidental du Cadran. Par exemple, l'angle horaire de 11 heures 3 quarts est de 17° 39': on portera la distance de cet angle de S au-delà de la Méridienne du côté occidental du Cadran, & toujours sur le demi-cercle. Pour 11 heures, l'angle horaire est de 26° 36'; on portera cet angle ou la corde de cet angle de S au-delà de la Méridienne, en tirant vers E. On continuera ainsi pour tous les angles horaires du matin, en por-

Pl. 12. *Fig.* 43. tant ſur le demi-cercle toutes les diſtances, & poſant une pointe du compas à verge ſur le point S de la ſouſtylaire, & l'autre pointe en allant vers E.

241. Nous avons trouvé, art. 227, que ce Cadran peut commencer de marquer à 6 heures trois quarts, & que l'angle horaire de 6 heures trois quarts eſt de 104° 23′; on portera cet angle en poſant une pointe du compas à verge ſur le point S, & l'autre pointe ſur le demi-cercle vers E.

242. Pour trouver la corde de cet angle horaire de 6 heures trois quarts 104° 23′, en ſuppoſant que l'on n'ait point d'échelle des cordes, il faut faire comme nous avons dit vers la fin de l'art. 114, où il eſt parlé de la maniere de trouver la corde d'un angle d'un nombre impair, comme celui-ci. Nous avons dit, art. 97, vers le milieu, que lorſqu'on a beſoin d'un angle plus grand que ceux qui ſont ſur l'échelle des cordes, comme 104° 23′, on le portera en deux fois ſur le demi-cercle; on peut prendre, par exemple, 55 dégrés, & porter cette diſtance du point S ſur le demi-cercle vers E, & prendre enſuite 49° 23′, que l'on portera ſur le demi-cercle, du point où l'on a marqué le 55e dégré juſques vers E, en prenant toujours les dégrés, à compter du premier dégré au commencement de l'échelle des cordes. Mais ſi l'on ſe ſert de l'échelle des parties égales, & que n'ayant pas un compas ſuffiſamment grand, on ſoit obligé de porter en deux fois la corde d'un angle, comme il faut néceſſairement porter la corde en ligne droite, & que l'on ne connoît pas encore le point où elle ſe termine, il faudra ſe ſervir d'une regle aſſez longue, poſer un bout du bord de la regle ſur le point S, & marquer vers l'autre bout le point où ſe termine la corde de l'angle en queſtion, & tranſporter ainſi ce point ſur le plan.

243. Quand on aura marqué tous les points horaires, on appliquera une longue regle nouvellement

dreſſée ſur le plan, au moyen de laquelle on tracera les lignes horaires avec une pointe de couteau, le tenant toujours dans la même ſituation d'un bout à l'autre de la régle; & on imprimera ces lignes dans le plan, les conſervant pourtant toujours aſſez fines. On tracera les lignes des heures de toute leur longueur, celles des demi-heures plus courtes, & celles des quarts plus courtes encore, comme au Cadran horiſontal. Voyez ſa Figure. Toutes les lignes doivent aboutir au centre C du Cadran, & paſſer par le milieu des points horaires marqués ſur le demi-cercle DME; même les plus courtes, quoiqu'elles ne ſoient pas réellement tracées de toute leur longueur; en ſorte que ſi elles étoient prolongées, elles paſſeroient ſur les points horaires, & iroient ſe réunir au centre C du Cadran. On tracera également, en les imprimant dans le plan, les chiffres horaires, dont on deſſinera tous les traits, afin que le Peintre n'ait qu'à les ſuivre. On terminera également, s'il le faut, tout le contour du Cadran, auquel on donnera la forme convenable au lieu où il eſt poſé, ou quarrée, ou octogone, ou ovale, ou ronde, &c.

244. Les Cadrans déclinans du Septentrion vers l'Orient, ou vers l'Occident, ſe traceront de même que les autres. Nous avons dit, art. 203, que pour avoir un Cadran déclinant du Nord, il ne falloit que renverſer un déclinant du Midi. On fera bien de ſuivre cette méthode, & d'appliquer le papier ſur le mur pour y tracer le Cadran. Nous ne nous étendrons pas davantage ſur les Cadrans du Nord. Leur uſage eſt ſi borné, que ce n'eſt preſque pas la peine d'en faire. D'ailleurs, ils ne peuvent marquer que des heures qui ſont toujours un peu fauſſes dans tous les Cadrans; ce ſont les premieres du matin & les dernieres du ſoir. La réfraction des rayons du Soleil cauſe cette imperfection.

SECTION V.

Maniere de poser l'axe aux Cadrans verticaux déclinans & non déclinans.

245. ON fait construire l'axe, & on le pose de la maniere suivante. Il doit être assez long, pour que son ombre puisse atteindre jusqu'aux lignes horaires les plus courtes, dans le temps où son ombre est la plus courte, comme elle l'est à Midi au solstice d'Hyver sur le Cadran vertical. Pour cet effet on suivra la même regle que pour le Cadran horisontal, c'est-à-dire, que sa longueur doit être la même que la distance qui se trouve depuis le centre C du Cadran jusqu'à la ligne horaire du quart-d'heure avant ou après Midi. Si le Cadran marquoit les minutes, il faudroit que l'axe fût encore plus long, parce que les lignes horaires des minutes doivent être encore plus courtes que celles des quarts; par conséquent, si le Cadran ne marquoit pas les quarts, mais seulement les demi-heures, on pourroit faire l'axe beaucoup plus court. En un mot, on peut toujours compter que lorsque l'ombre de l'axe est la plus courte, elle est à peu près égale à la longueur de l'axe, & même tant soit peu plus courte. Cette regle est assez générale. On voit par-là qu'il n'y a presque point de Cadrans où l'axe soit assez long; on veut le faire tenir dans le mur par son bout supérieur, que l'on scelle dans le centre du Cadran, & tout le reste est en l'air : c'est une mauvaise méthode, attendu qu'il n'est presque pas possible de le bien poser, & qu'il ne peut point demeurer long-temps dans sa vraye situation, en supposant qu'il ait été bien posé.

246. La longueur de l'axe déterminée, on tirera ſur une table aſſez grande, ou ſur le parquet, une ligne CO, qui repréſentera la ſouſtylaire, & le point C le centre du Cadran. On fera l'angle OCL égal à l'élévation du pôle ſur le plan, ou de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire, qui, dans notre exemple, eſt de 43° 10′. Nous avons aſſez répété en pluſieurs endroits comme on fait un angle du nombre de dégrés que l'on veut, ſoit par l'échelle des cordes, ſoit par l'échelle des parties égales. *Pl. 8. Fig. 44.*

Vers le milieu G de l'axe on tracera le grand ſupport GI, le faiſant paſſer au-delà de la ligne CO d'une quantité DI d'environ 6 pouces de long; ce ſera la partie qui ſera ſcellée dans le mur. Tracez un autre ſupport KH beaucoup plus petit, à 4 ou 5 pouces du bout C, & donnez-lui environ 4 ou 5 pouces de plus, pour entrer dans la muraille. Il faut que le grand ſupport ſoit fort juſqu'à 9 ou 10 lignes en quarré dans la partie qui entre dans la muraille, & allant en diminuant vers l'axe G, de façon qu'il ſoit même tant ſoit peu moins épais que l'axe. Si le Cadran eſt fort élevé, l'axe doit avoir 7 à 8 lignes de diametre ou de groſſeur, & moins à proportion, s'il eſt fort bas. L'axe doit ſe terminer en pointe bien aigue de chaque bout; mais cette pointe doit venir de loin au bout C, & être fort courte par le bout L. Il doit être rond, & également gros par-tout, ou bien, ſi l'on veut, on pourra le faire aller inſenſiblement en diminuant vers le bout C. Prenez garde que la pointe de chaque bout ſoit exactement au milieu de la groſſeur de l'axe. On fera river bien ſolidement les ſupports ſur la barre de l'axe, & on obſervera qu'il ſe tienne exactement droit d'un bout à l'autre, lorſqu'il eſt dans la ſituation où il doit être; car ordinairement il fléchit un peu, & devient convexe en deſſus dans ſa longueur; c'eſt pourquoi il eſt bon de le rendre tant ſoit peu

Pl. 8. *Fig.* 44. concave dans sa longueur & son dessus, afin que lorsqu'il sera en place, il se trouve parfaitement en ligne droite. Cette derniere observation aura lieu particulierement en certains Cadrans, où l'on ne peut pas mettre de support si avant. C'est ce que nous verrons dans la suite.

247. Il ne suffit pas que l'axe soit bien fait; la difficulté est de le bien poser. Il seroit inutile d'avoir pris beaucoup de peine pour trouver exactement la déclinaison du plan, & d'avoir fait tous les calculs dont nous avons parlé, si on négligeoit de bien poser l'axe. C'est une partie si essentielle, que si l'axe n'est pas bien précisément parallele à l'axe du Monde ou de la Terre, tout le Cadran sera faux, quoique bien tracé d'ailleurs. Le calcul a donné sa véritable situation; il est question de l'y bien mettre. Voici donc comment il faut s'y prendre.

On couchera l'axe sur le parquet ou sur une grande table, de façon que le centre de la barre CL, qui répond à la pointe de chaque bout, soit précisément sur la ligne CL, qui fait l'angle de la hauteur de l'axe sur la soustylaire avec la ligne CO. Mesurez exactement la longueur de la barre CL depuis l'extrémité de la pointe d'un bout jusqu'à l'extrémité de la pointe de l'autre bout : portez cette mesure sur la
Pl. 3. *Fig.* 21. ligne CO de C en B. Mesurez ensuite l'espace de B en L, & portez cet espace sur la double équerre, depuis le bord C jusqu'en X, où vous marquerez un point. Il faudra planter un bout de cuivre au point X qui affleure le bois, & on marquera sur ce cuivre un point X, au moyen d'un poinçon bien aigu.

Pl. 8. *Fig.* 44. 248. Il sera mieux, & plus juste de chercher par le calcul la distance de B à L; on est pour lors dispensé de faire les opérations de l'article précédent : il ne faut que mesurer exactement la longueur de l'axe, comme nous avons dit; & après avoir écrit cette mesure, on fera l'analogie suivante :

Le

Le sinus total *Pl.* 8. *Fig.* 44.
est à la longueur de l'axe,
comme le sinus de la moitié de l'angle
entre la soustylaire & l'axe
est à la moitié de la base;

c'est-à-dire, à la moitié de la distance de B à L.

Supposons la longueur de l'axe de 4564 parties, & l'angle entre la soustylaire & l'axe de 43° 10':

log. du nombre naturel 4564, 2e terme,	365935
log. sinus de la moitié de l'angle 43° 10', qui est 21° 35', 3e terme.	956568
Somme & reste . . .	1322503

qui est le log. de la moitié de la distance BL. Or ce logarithme cherché dans la Table des nombres naturels se rapporte au nombre naturel 1679; c'est la moitié de la distance de B à L: il faut donc doubler ce nombre, qui sera 3358; voilà le nombre de parties de l'échelle des parties égales, qui est la distance de B à L, que l'on portera de C à X de la double équerre. Cette méthode est bien plus juste que la précédente. *Pl.* 3. *Fig.* 21.

249. Tout ainsi préparé, on présentera l'axe sur sa place, faisant convenir sa barre sur la ligne CA, qui est celle qui représente l'axe, & les deux supports seront couchés sur la soustylaire CS; de sorte que l'axe tout entier sera appliqué contre le mur. On marquera les trous pour les supports aux endroits où l'on voit que les supports coupent la soustylaire. Les trous étant marqués, on retirera l'axe, & on fera faire les trous. *Pl.* 13. *Fig.* 45.

Ensuite on prendra la mesure entiere de la longueur de l'axe; on la portera sur la soustylaire de C en P, & on tirera au point P une perpendiculaire

RT à la souſtylaire, ſuffiſamment longue de chaque côté, & à peu près autant que le pied AB de la double équerre, (*Pl.* 3. *Fig.* 21.)

On préſentera l'axe dans ſa place dans la même ſituation où il doit être poſé, & les ſupports dans leurs trous. Le bout C dans le petit trou C du centre du Cadran. On poſera la double équerre ſur le plan, en ſorte que le bord du pied AB ſoit poſé préciſé-
Pl. 13. ment ſur la ligne RT, qui traverſe la souſtylaire. On
Fig. 45. fera convenir la ligne CD de la double équerre ſur le point P de la souſtylaire : on élevera ainſi la double équerre juſqu'à ce que le bout L de l'axe ſoit dans le point X de la double équerre, dont on fera bien appliquer le bord du pied AB contre le mur, les pointes y étant bien entrées. De peur que cette double équerre ne ſoit pas aſſez ſoutenue du côté du mur, on plantera dans le mur, & au deſſous de la double équerre deux ou trois clouds aſſez forts, pour empêcher qu'elle ne deſcende du côté du mur. On ſent bien qu'il faut être pluſieurs perſonnes pour poſer un axe, ſurtout s'il eſt grand.

Pl. 13. Tout étant dans cet état, on ſoutiendra l'axe dans
Fig. 45. ſa place, & on examinera ſi les ſupports ne ſont pas
& gênés dans leurs trous, ſi le bout C de l'axe porte
Pl. 3. bien dans le petit trou du centre du Cadran, & ſi
Fig. 21. le pied de la double équerre joint bien contre le mur : on prendra garde que les ſupports de l'axe ſoient bien libres dans les trous du mur. Si tout va bien, tandis que l'on ſoutiendra bien l'axe dans ſa place, au moyen de la double équerre, on remplira les trous de plâtre, & l'on commencera par mettre des cales ou des coins de bois à l'entour du petit ſupport, ſurtout en deſſous, afin de faire appliquer bien exactement le bout ſupérieur de l'axe dans le centre du Cadran. On réuſſira mieux en mettant des cales aſſez courtes dans le fond du trou tout à l'entour du ſupport; on en mettra d'autres enſuite à

l'entrée. Mais avant que de finir d'arrêter le petit support, on mettra des cales dans le fond du trou du grand ſupport, & enſuite on en enfoncera d'autres à l'entrée tout à l'entour, & ſurtout en deſſous; à meſure que l'on forcera ces cales à coups de marteau, on deſcendra un peu le bout D de la double équerre, & cela de moment à autre, pour voir ſi les cales ne forcent point l'axe dans quelqu'autre direction; en ce cas, on feroit mettre des cales, ou on enfonceroit davantage celles qui ſeroient du côté oppoſé à la fauſſe direction. C'eſt ainſi que l'on affermira bien l'axe, en ſcellant fortement les deux ſupports, & retirant la double équerre à tout moment, ſans que jamais ſon pied quitte la ligne RT, mais enſorte qu'il joigne toujours bien contre le mur ſur cette ligne; c'eſt à quoi l'on ſera toujours très-attentif. *Pl.* 13. *Fig.* 45. & *Pl.* 3. *Fig.* 21.

250. Il arrive ordinairement que lorſque l'on ſoutient l'axe par le moyen de la double équerre, le poids du grand ſupport le fait fléchir vers le milieu; de ſorte que dans cette ſituation, au lieu de faire une ligne droite, comme cela eſt eſſentiel, il fait une ligne courbe, ou devient concave dans ſa longueur : ce que l'on reconnoîtra en appliquant par deſſus l'axe, & tout de ſon long, une regle bien droite; on appliquera à tout moment cette regle, tandis que l'on enfoncera le cales; & ſi l'on voit que l'axe devient courbe en deſſus, on forcera le ſupport juſqu'à ce que l'axe ſoit dans ſa vraye ſituation, qu'il ſoit bien droit, & que ſon extrémité inférieure entre bien librement dans le milieu du petit trou X de cuivre du bout de la double équerre, & que le bout ſupérieur ſoit fortement appliqué dans le centre du Cadran.

251. L'axe poſé, il faut s'aſſurer encore qu'il eſt bien dans ſa vraye ſituation, & voici comment. Prenez ſur la ligne RT de part & d'autre de la ſouſ-

Pl. 13. *Fig.* 45. & *Pl.* 3. *Fig.* 21.

tylaire CS deux diſtances égales RP & PT, de tel nombre de parties égales que vous voudrez, mais à peu près de la moitié de la diſtance de C à X de la double équerre. Quarrez le nombre des parties que contient l'eſpace PR : quarrez auſſi le nombre des parties que contient CX de la double équerre : ajoutez enſemble le quarré de CX avec le quarré de PR : de la ſomme extrayez-en la racine quarrée ; cette racine ſera la diſtance des points R ou T au point L qui eſt le bout de l'axe. Prenez donc ſur le compas à verge le nombre des parties marqué par cette racine : mettez une pointe du compas au point R, l'autre doit aller toucher le bout L de l'axe : faites-en autant au point T; ſi la pointe du compas ſe termine également au bout L de l'axe, ſoyez aſſuré que l'axe eſt bien ſitué & exactement poſé. Exemple :

Je ſuppoſe que la partie CX de la double équerre contienne 3358, je quarre ce nombre, c'eſt-à-dire, je le multiplie par lui-même, ainſi :

```
      3358
      3358
     -----
     26864
    16790
   10074
  10074
  --------
```

Ce produit 11276164 eſt le quarré du nombre 3358. Je ſuppoſe que la partie PR contienne 1682 je quarre encore ce nombre. 1682

```
      ----
      3364
    13456
   10092
   1682
  -------
```

J'ajoute ce produit 2829124
avec le précédent 11276164

14105288

Somme des deux produits, dont j'extrais la racine quarrée en cette sorte : *Pl.* 13. *Fig.* 45. & *Pl.* 3. *Fig.* 21.

```
      4 7
     46 22
   5  91 57 63
  14, 10, 52, 88 | 3755
   3  67 45 05
      7  75
```

3755 ; ce nombre est la racine quarrée de 14105288. On prendra donc sur le compas à verge la distance de 3755 parties, ou plutôt 3756, parce que l'excédent est presque une unité, & l'on fera le reste comme ci-dessus. Les plans n'étant jamais parfaits, il faut prendre garde que les endroits où sont les points R & T ne soient ni élevés, ni enfoncés ; car alors il faudroit prendre les distances R & T plus grandes ou plus petites, ou les prendre inégales ; ce qui est indifférent : mais alors ce seroit deux quarrés différens.

Ceux qui ne sçavent pas assez d'arithmétique pour faire l'extraction de la racine quarrée, ne peuvent pas éprouver la juste position de l'axe par ce petit calcul, d'ailleurs trop nombreux pour être fait par les logarithmes qui ne sont pas assez étendus. Ils se contenteront de s'assurer de la justesse de la double équerre, afin que la ligne CD soit exactement perpendiculaire sur la base AB.

252. Telles sont les précautions requises pour poser l'axe. Il est essentiel, comme nous l'avons dit, & nous ne sçaurions assez le répéter, qu'il soit posé avec toute la justesse possible. Le moindre défaut qu'il y a dans sa situation rend tout le Cadran faux. Je sçais bien que tous ceux qui font des Cadrans n'y cherchent pas tant de façon, & n'y regardent pas de si près : aussi voit-on si peu de bons Cadrans.

253. L'axe posé, & ses trous bien rebouchés & reparés avec du plâtre, pour que rien n'y paroisse,

on fera paſſer la derniere couche à l'huile qu'il convient être en bleu clair, de la même couleur que le ciel, dont le Cadran eſt la repréſentation. Cette couleur peut ſe compoſer avec de la céruſe & de l'émail à poudrer, ou de l'azur le plus clair. On paſſera deux couches de noir ſur tout l'axe, que l'on peut orner, ſi l'on veut, par des enroulemens. On peut dorer à l'huile les ornemens, &c. On peut compoſer le noir que l'on applique ſur l'axe avec du noir de fumée, un peu de litharge & un peu de terre d'ombre; le tout bien broyé enſemble avec de l'huile graſſe de lin ou de noix.

254. Le bleu & le noir étant ſecs, on tirera les lignes horaires de la groſſeur convenable, c'eſt-à-dire, d'une ligne ou davantage plus étroites que la groſſeur de l'axe. On ſe ſervira d'un fil fin ou d'une ſoye, que l'on rougira en la frottant d'un bout à l'autre avec de la ſanguine, ou bien on la noircira en la frottant avec de la craye noire, le tout bien ſec. On verra à travers la peinture les lignes horaires, qui ayant été imprimées dans le plan, ſeront encore viſibles, & ne ſeront pas couvertes par la peinture. A chaque bout de la ligne horaire on marquera un point de chaque côté de la ligne, & qui en ſoit également éloigné; de ſorte que d'un point à l'autre il y ait, par exemple, 6 lignes, ſi les lignes horaires doivent avoir 6 lignes de groſſeur. On tendra la ſoye d'un point à l'autre de la ligne horaire, & on pincera la ſoye, comme font les Charpentiers quand ils marquent leurs ouvrages. La ſoye frappant le plan y laiſſe une trace fine & bien droite. Quand on a tiré la ligne d'un côté de la ligne horaire, on en fait autant de l'autre côté, de façon que la ligne horaire ſe trouve exactement au milieu de ces deux lignes. On fera de même ſur toutes les lignes horaires, ne faiſant cette opération que de la longueur que doit être la ligne horaire, & frottant

la ſoye avec de la craye rouge ou noire à chaque ligne que l'on marque. Cette ſoye ne dure que pour 4 ou 5 lignes horaires, elle ſe déchire bientôt en la frottant avec la craye; c'eſt pourquoi il faut en avoir ſuffiſamment pour en changer. On ſe gardera bien de tirer ces lignes avec une pointe ou avec un couteau le long d'une regle: on couperoit la peinture, qui ne dureroit pas ſi long-temps. D'ailleurs les lignes ne ſeroient jamais auſſi droites avec la regle qu'avec le fil tendu. Obſervez de ne pas tacher ou ſallir la peinture ou couleur du Cadran en tirant les lignes avec la ſoye. On a ordinairement les mains de la couleur de la craye dont on ſe ſert; & ſi on n'y prend garde, on barbouille tout. On ne peut pas non plus tirer les lignes dont nous parlons avec un crayon le long d'une regle, parce que le plan n'étant jamais auſſi uni qu'un papier, le crayon étant émouſſé avant que d'avoir fini la ligne entiere, on ne fait rien de juſte; d'ailleurs c'eſt plus difficile.

255. Pour les chiffres horaires, on les deſſinera au crayon, leur donnant une grandeur & un corps ſuffiſant, ſelon l'élévation où ſe trouve le Cadran. Par exemple, on leur donnera 9 ou 10 pouces de hauteur, ſur 15 ou 18 lignes de corps, ſi le Cadran eſt élevé. Tout étant tracé & deſſiné, on fera ſuivre par le Peintre tout ce que l'on aura marqué, & on ſera toujours préſent pour s'aſſurer de l'exactitude du Peintre. Les lignes horaires avec les chiffres pourront être en noir; & ce noir ſe fera avec du noir d'yvoire pur, bien broyé avec l'huile graſſe de lin ou de noix. Il ſera bon de conſerver un peu de la même peinture bleue, dont on s'eſt ſervi, pour effacer les taches ou manquemens du Peintre, s'il y a lieu. Tout étant fini, on fera ôter l'échaffaudage en ſa préſence, pour empêcher qu'on ne gâte la peinture, & qu'on ne touche à l'axe avec quelque planche ou échelle, &c.

CHAPITRE VII.

Cadrans verticaux ſans centre.

NOUS avons parlé des Cadrans verticaux qui ont le centre dans le plan même. On eſt ſouvent obligé d'en tracer qui ont leur centre hors du plan : on en fait même de cette eſpece ſans avoir ces raiſons, qui rendent cette conſtruction indiſpenſable. Comme c'eſt un ſujet dont la pratique eſt très-utile & fort ordinaire, nous le traiterons aſſez au long. Nous diviſerons ce Chapitre en trois Sections : dans la premiere, nous enſeignerons à trouver par le calcul les angles horaires des Cadrans verticaux ſans centre : nous donnerons deux exemples de ce calcul ; Dans la ſeconde, nous propoſerons une méthode de tracer ces ſortes de Cadrans, pourvû que le centre ne ſe trouve pas beaucoup éloigné du plan ; enſuite nous en enſeignerons une autre, qui eſt propre non ſeulement à tracer ceux-là, mais encore à tracer ceux dont le centre eſt extrêmement éloigné. Nous montrerons dans la troiſieme à poſer l'axe pour tous les Cadrans qui ont le centre hors du plan.

SECTION PREMIERE.

Trouver par le calcul les angles horaires des Cadrans verticaux ſans centre.

256. ON appelle un *Cadran ſans centre*, celui qui a ſon centre hors du plan ; car il y a d'autres Cadrans ſans centre, comme ſont le polaire, l'oriental, l'occidental, &c. Ce n'eſt pas de ceux

qui ſont abſolument ſans centre dont nous entendons parler, mais de ceux qui en ont un, & qui eſt hors du plan. Ainſi quand nous dirons un Cadran ſans centre, il faudra toujours entendre un Cadran dont le centre eſt hors du plan; c'eſt la façon ordinaire de s'exprimer.

257. On eſt obligé de faire un Cadran vertical ſans centre, lorſque le plan décline beaucoup, comme de 70° ou davantage. La raiſon en eſt, que plus le plan décline, plus les lignes horaires ſont ſerrées entr'elles aux environs de la ſouſtylaire, & ſi la déclinaiſon du plan eſt encore plus grande, les lignes horaires ſeront ſi ſerrées entr'elles, que ſi on leur donnoit la groſſeur convenable, elles ſe toucheroient mutuellement; ainſi il eſt indiſpenſable de faire le Cadran ſans centre pour cette raiſon.

258. Mais on peut, ſi on le veut, faire un Cadran ſans centre, quoique le plan décline fort peu, ou point du tout: c'eſt lorſque l'on veut que les heures ſoient plus écartées, ſoit pour y mettre les minutes de cinq en cinq, ſoit afin qu'il ſoit plus diſtinct pour être vû de loin. Dans ce cas, on ne peut le faire ſans centre, ſans retrancher quelque heure du matin ou du ſoir; ou ſi le plan ne décline preſque point, ſans retrancher quelque heure du matin & du ſoir. On ne feroit pas mal de retrancher dans tout Cadran vertical déclinant ou non déclinant, les heures du bon matin, ou les dernieres du ſoir, c'eſt-à-dire, les 4, 5 ou 6 heures du matin, & les 6, ou 7 & 8 heures du ſoir. Ces heures ſont toujours un peu fauſſes à cauſe de la réfraction. En ce cas, on pourroit faire tous les Cadrans verticaux ſans centre; cela ſeroit d'autant plus à propos, que le plan ſeroit petit & vû de loin.

259. Un Cadran vertical ſans centre n'eſt autre choſe qu'un Cadran tracé à l'ordinaire, dont les lignes horaires ſeroient fort longues de haut en bas,

comme de 20 pieds; & lorſqu'il ſeroit entierement tracé, on en retrancheroit 12 pieds dans ſa partie ſupérieure, pour ne laiſſer paroître que la partie inférieure qui n'auroit que 8 pieds de haut. Plus le plan eſt déclinant, plus loin du plan il faut porter le centre du Cadran; de ſorte que ſi le plan déclinoit de 89° 55′, il faudroit porter le centre prodigieuſement loin, peut-être à deux ou trois cens toiſes, ſelon la hauteur que l'on donneroit au ſtyle.

260. Nous avons vû, art. 157, que les lignes horaires des Cadrans orientaux & occidentaux ſont toutes paralleles entr'elles : on peut regarder ces Cadrans comme déclinans de 90°; mais un Cadran déclinant de 89° eſt preſque oriental ou occidental; auſſi ſes lignes horaires ſont preſque paralleles entr'elles, & approchent beaucoup de la ſituation des Cadrans orientaux & occidentaux; par conſéquent, leur centre doit être prodigieuſement éloigné. Auſſi plus le plan ſera déclinant, plus les lignes horaires approcheront du parallelisme de celles du Cadran oriental & occidental : ce que l'on pourra remarquer
Pl. 15. dans la Planche 15. Fig. 47.
Fig. 47. 261. Tout ce que nous venons de dire des lignes horaires des Cadrans verticaux ſans centre, doit être appliqué à leur axe pour tout ce qui peut lui convenir. Plus un Cadran eſt déclinant, plus ſon axe approche du parallelisme à l'égard du plan; ſon bout inférieur n'eſt preſque pas plus éloigné du mur que ſon bout ſupérieur, &c.

262. Le calcul des angles horaires pour les Cadrans verticaux ſans centre eſt préciſément le même, que lorſqu'ils ont le centre dans le plan. Il n'y a rien de particulier à cet égard. Comme nous n'avons donné aucun exemple du calcul pour un Cadran fort déclinant, & que l'on pourroit y trouver quelque difficulté, en voici un pour un vertical dédéclinant du Midi vers l'Orient de 89° 15′. Nous

ſuppoſerons la hauteur du pôle de . . . . 46° 20
Nous ſuppoſerons encore que l'on a trouvé par les analogies des articles 205, 206, 207 & 208 les trois angles fondamentaux, qui ſont :

l'angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire . . . . 43° 40′
l'angle entre la ſouſtylaire & l'axe . . . 0° 31′
l'angle de la différence des Méridiens . 89° 27′

263. Ce Cadran étant ſuppoſé avoir ſa déclinaiſon orientale, la ſouſtylaire ſe trouvera du côté occidental parmi les heures du matin; par conſéquent, pour calculer les heures du matin, il faut prendre la différence entre la diſtance du Soleil au Méridien, & la différence des longitudes. Faiſons donc ce calcul.

A 11 heures du matin, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 15°, qu'il faut ſouſtraire de 89° 27′, qui eſt la différence des Méridiens ou des longitudes; reſte 74° 27′. On fera l'analogie de l'art. 210, & on aura 1° 52′, qui eſt l'angle horaire de 11 heures à l'égard de la ſouſtylaire.

A 10 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 30°, qu'il faut retrancher de 89° 27′ : reſtera 59° 27′; ce qui étant calculé par l'analogie de l'art. 210, on aura 52 minutes pour l'angle horaire de 10 heures à l'égard de la ſouſtylaire.

A 9 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 45°, que l'on ôtera de 89° 27′ : reſtera 44° 27′; ce qui étant calculé, donnera 30′ pour l'angle horaire de 9 heures.

A 8 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 60°, qu'il faut ôter de 89° 27′ : reſte 29° 27′; ce qui étant calculé, donnera 17′ pour l'angle horaire de 8 heures.

A 7 heures, la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 75°, qu'il faut ôter de 89° 27′ : reſte 14° 27′;

ce qui donnera 8′ pour l'angle horaire de 7 heures.

A 6 heures, la distance du Soleil au Méridien est de 90°, dont il faut ôter 89° 27′ : reste 33′; ce qui étant calculé, donnera environ 18″ de dégré pour l'angle horaire de 6 heures à l'égard de la soustylaire.

A 5 heures, la distance du Soleil au Méridien est de 105°, dont il faut ôter 89° 27 : reste 15° 33′; ce qui donnera 9′ pour l'angle horaire de 5 heures.

A 4 heures, la distance du Soleil au Méridien est de 120°, dont il faut ôter 89° 27′: reste 30° 33′; ce qui donnera 20′ pour l'angle horaire de 4 heures du matin à l'égard de la soustylaire.

Ce Cadran ne peut marquer aucune heure entiere après Midi. La soustylaire étant au côté occidental du Cadran parmi les heures du matin que nous venons de calculer, on est obligé d'ajouter la différence des longitudes à la distance du Soleil au Méridien, pour calculer les heures de l'après Midi. Or la différence des longitudes est, comme nous l'avons vû (262), de 89° 27′, la distance du Soleil au Méridien pour une heure après Midi est de 15°, qui étant ajoutés à 89° 27′, feroient 104° 27′; ce qui ne peut pas se calculer, parce qu'il passe 90° : tout au plus il pourroit marquer Midi; mais il faudroit qu'il fût prodigieusement grand.

Pl. 16. *Fig.* 48. 264. Nous n'avons donné aucun exemple du calcul d'un Cadran vertical septentrional déclinant : cependant comme il a quelque différence avec les autres, nous en donnerons ici un. Quoique ces Cadrans ne soient pas fort utiles, attendu qu'ils marquent fort peu d'heures, l'occasion pourroit se présenter d'en faire. Voici donc ce calcul.

Nous supposons un vertical septentrional déclinant vers l'Occident de 88°, à la hauteur du pôle de 44° 50′. Il est à remarquer que lorsqu'il est question du calcul d'un Cadran de cette espece, on doit en-

tendre par le mot diſtance du Soleil au Méridien, non pas la diſtance du Soleil au Méridien du jour, où le Soleil ſe trouve à Midi, mais le Méridien de la nuit, où le Soleil ſe trouve à Minuit. C'eſt donc de Minuit qu'il faut compter la diſtance du Soleil à l'heure propoſée. Par exemple, pour 8 heures du ſoir, s'il étoit queſtion de tout autre Cadran que du ſeptentrional, la diſtance du Soleil au Méridien ſeroit de 120°; mais en comptant du Méridien de la nuit, la diſtance du Soleil juſqu'à 8 heures eſt de 60°: car il il n'y a que 4 heures depuis 8 heures du ſoir juſqu'à Minuit, en comptant, comme nous l'avons toujours fait, 15° par heure. Ainſi des autres heures.

On trouvera par les analogies des articles 205, 206, 207 & 208 les trois angles fondamentaux, ſçavoir, l'angle entre la Méridienne, ou plutôt la ligne de Minuit & la ſouſtylaire de 45° 9′, celui de la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire de 1° 25′, & l'angle de la différence des longitudes de 88° 35′. Voici la Table toute faite, dont la premiere colomne contient les heures; la ſeconde, la diſtance du Soleil au Méridien; la troiſieme, la même diſtance du Soleil au Méridien réduite par la différence des longitudes; la quatrieme, les angles horaires; & la cinquieme, les cordes des angles horaires.

8 heur.	60°	28° 35′	0° 46′	3.
7 . . .	75°	13° 35′	0° 20′	6.
6 . . .	90°	1° 25′	0° 2′	0.
5 . . .	105°	16° 25′	0° 25′	7.
4 . . .	120°	31° 25′	0° 52′	15.
3 . . .	135°	46° 25′	1° 29′	26.
2 . . .	150°	61° 25′	2° 36′	45.
1 . . .	165°	76° 25′	5° 50′	102.
Midi $\frac{3}{4}$	168° 45′	80° 10′	8° 7′	142.
Midi $\frac{1}{2}$	172° 30′	83° 35′	13° 14′	228.

SECTION II.

Maniere de tracer les Cadrans verticaux sans centre, avec une autre méthode par le calcul, quelqu'éloigné que soit le centre.

265. Nous proposerons pour exemple de tracer un Cadran vertical sans centre, un déclinant
Pl. 16. du Septentrion : c'est celui que nous venons de cal-
Fig. 48. culer dans l'art. précédent 264. Nous supposons qu'on ne voudra pas le faire bien grand, & que par conséquent on ne sera pas obligé d'éloigner beaucoup le centre. La méthode ordinaire géométrique est dans le fond la même que celle que nous avons décrite, art. 197 : mais comme il faut doubler & même tripler les opérations sur plusieurs Equinoxiales qu'il faut tracer, ce qui produit nécessairement un grand nombre de lignes ; nous allons donner une maniere

plus simple, qui s'exécutera, pour ainsi dire, par le calcul. On le tracera premierement sur une table.

On tirera la verticale CM, qui, dans tous les Cadrans tournés vers le Midi, seroit la ligne de Midi: mais ici c'est la ligne de Minuit; de façon que si la terre étoit transparente, elle marqueroit réellement Minuit. Vers le bas de cette ligne CM, on déterminera le centre M du Cadran, duquel on décrira un arc CE, sur lequel on marquera tous les points horaires. On fera l'angle, compris entre la ligne de Minuit & la soustylaire, de 45° 9′ sur l'arc de cercle CE, à compter de la ligne de Minuit au point C vers E: l'angle de la hauteur de l'axe sur la soustylaire de 1° 25′, à compter de la soustylaire; & tous les angles horaires de même, à compter toujours de la soustylaire. *Pl. 16. Fig. 48.*

Tous les points horaires étant marqués sur l'arc CE, on tirera des lignes du centre M, qui passent sur les points horaires, & qui soient suffisamment prolongées; ce seront les lignes horaires.

266. Ensuite on prendra la portion AGFD, aussi loin que l'on voudra du centre M; ce sera le Cadran tout tracé. La ligne CM, qui est dans le Cadran, est la parallele à la Méridienne de Minuit CM. On peut se passer, si l'on veut, de la ligne CM parallele à la ligne de Minuit; car AG, qui termine le Cadran, peut tenir lieu de cette parallele. Il faut dans ce cas la tirer bien verticale sur le mur.

Si ce Cadran, au lieu d'être déclinant vers l'Occident, déclinoit vers l'Orient de la même quantité, il ne faudroit que le tourner, & le regarder par derriere ou à l'envers, supposé qu'on l'eût tracé sur un papier assez transparent; on verroit un déclinant du Septentrion à l'Orient tout fait: mais au lieu d'y mettre les heures du soir, on y traceroit les heures du matin, à commencer par 4 heures.

267. Ces sortes de Cadrans se doivent premierement tracer en grand sur une table ou sur le parquet; c'est ce qu'il faut faire avec beaucoup de soin & de précision, & en transporter toutes les mesures
Pl. 14. sur le mur, comme nous allons le décrire. Prenons
Fig. 46. pour exemple le Cadran de la Fig. 46, Pl. 14. Nous préférons celui-ci à celui que nous venons de calculer, parce qu'il est d'un usage plus ordinaire.

Tirez la ligne horisontale HR, qui soit perpendiculaire à la Méridienne FB. Tirez également une autre horisontale QZ, parallele à la premiere. Vous pouvez placer ces deux lignes à volonté, selon la partie du Cadran que vous souhaiterez faire paroître, les heures que vous voudrez retrancher, & selon que leur distance entr'elles devra être grande ou petite.

268. Prenez une regle de bois bien mince, & presque tranchante de ses deux bords, par un chamfrain fait des deux côtés de la même face. Appliquez, par la face non chamfrainée, un bord de la regle le long de la ligne horisontale HR, & marquez sur ce même bord des points à toutes les intersections des lignes horaires qui se trouveront sur HR. Notez particulierement le point de la Méridienne, afin de le distinguer des autres. Ensuite prenez, sur l'autre bord de la même regle & sur la même face, les intersections des points horaires, sur l'autre horisontale QZ, marquant particulierement le point de la Méridienne.

269. Vous aurez une autre regle semblable à la premiere. Vous la couperez juste à la distance de
Pl. 14. H à Q. Vous l'appliquerez juste & verticalement
Fig. 46. d'une horisontale à l'autre, le long de la ligne HQ, & vous marquerez sur son bord presque tranchant, les intersections des lignes horaires qui s'y trouveront. Vous en ferez autant du côté opposé RZ, s'il y a des points horaires à prendre. Vous aurez soin de

de faire une marque particuliere à chaque regle, afin de la remettre dans sa véritable situation sur le plan, pour ne rien confondre.

270. Vos regles étant prêtes, vous tirerez sur le plan l'horisontale H R, vers l'extrémité supérieure. Vous en tirerez une autre QZ vers le bas du plan à la distance précise & conforme à la mesure que vous aurez prise sur le parquet. Vous mesurerez les deux verticales HQ & RZ, aux deux côtés du plan. Ensuite vous appliquerez sur le plan, au long de la ligne HR, la regle qui contient les points horaires qui conviennent à cette ligne, & les transporterez ainsi sur le mur. Vous marquerez également, au moyen de l'autre bord de la même regle, les points horaires sur l'autre horisontale QZ d'en bas. Vous prendrez l'autre regle qui contient les points horaires convenables aux deux verticales HQ & RZ, l'appliquerez sur chacune, & vous marquerez ainsi sur le plan les points horaires convenables; ensuite en appliquant une autre regle assez longue sur chaque point horaire correspondant, vous tracerez les lignes horaires avec la pointe d'un coûteau; ou bien, au moyen d'un fil de soie blanchi ou noirci, comme nous avons dit ailleurs : elles en seront encore plus droites. *Pl.* 14. *Fig.* 46.

271. Il est nécessaire de tirer les deux verticales HQ & RZ bien exactement avec un plomb suspendu à une soie; ensuite on examinera avec la regle qui contient la distance d'une verticale à l'autre, si cette distance est bien exacte de haut en bas, & bien égale d'un bout à l'autre. On tirera les deux horisontales avec un bon niveau, on verra si elles sont bien paralleles, & à la distance conforme à la mesure que l'on aura prise sur le parquet. Je suppose que l'on a auparavant opéré sur le parquet avec toute la précision possible; ce qui est essentiel. Quand on marquera les points horaires sur les bords des regles,

M

ce ſera avec une pointe bien fine ou la pointe d'un canif. Toutes ces opérations étant faites, on achevera le Cadran, comme il a été dit ci-devant aux articles 243, 244, 253, 254 & 255. Cette méthode de tracer les Cadrans verticaux ſans centre, ou pour mieux dire, d'en tranſporter les points horaires ſur le mur, eſt fort ſimple, fort ſûre & exacte, ſi on l'exécute avec ſoin.

272. Voici une autre méthode de tracer les verticaux ſans centre : elle eſt générale, ſoit que le centre ne ſoit que peu diſtant du plan, ſoit qu'il en ſoit prodigieuſement éloigné. Il y a fort peu de lignes de conſtruction, & tout le reſte s'exécutera par le calcul. On tirera une horiſontale, la ſouſtylaire & deux perpendiculaires à cette derniere. Enſuite on cherchera les points horaires ſur ces deux perpendiculaires. On verra le détail de cette méthode dans les articles ſuivans, où nous prendrons pour exemple le déclinant du Midi à l'Orient de 89° 15′, tel que nous l'avons calculé, art. 262 & 263.

273. Sur une table à part, ou ſur le plan même, on menera l'horiſontale HR, ſur laquelle on choiſira
Pl. 15. un point P, par lequel on ſe propoſe de faire paſſer
Fig. 47. la ſouſtylaire. On déterminera la hauteur du ſtyle en ce point, par exemple, de 250 parties de l'échelle ou davantage, ſelon que l'on voudra que le Cadran ſoit grand. On tracera la ſouſtylaire en cette ſorte : on fera ſur l'horiſontale HR l'angle *p* PR égal au complément de l'angle formé par la Méridienne & la ſouſtylaire. Dans le cas préſent, cet angle *p* PR eſt de 46° 20′, qui eſt le complément de 43° 40′, que nous avons vû ci-deſſus (262) être l'angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire. Pour faire cet angle de 46° 20′ exactement de cette valeur, on prendra ſur HR la partie PR de 500 parties de l'échelle; on élevera ſur ce point R la perpendiculaire RN, que l'on fera égale à autant de parties de l'échelle que

la tangente de *p* PR en contiendra, après en avoir retranché deux chiffres. Dans notre exemple cette tangente, telle qu'on la trouve dans la Table des tangentes naturelles, eſt de 1048, dont on ne prendra que la moitié, à cauſe que l'on n'a donné que 500 parties à la diſtance de P à R. Si l'on avoit fait PR de 1000 parties, on auroit dû prendre le nombre entier ci-deſſus 1048. Ainſi l'on fera RN de 524 parties de l'échelle, qui ſont la moitié de 1048. Si l'on faiſoit PR de 2 ou 3 mille parties, il faudroit doubler ou tripler la tangente 1048. Le point N étant ainſi déterminé ſur RN, on tirera la ligne PN*p*, qui paſſe par PN; ce ſera la ſouſtylaire.

274. Pour avoir une parallele à l'Equinoxiale, on menera une perpendiculaire EQ, qui paſſe ſur le point P. C'eſt ſur cette parallele qu'il faut trouver les points horaires; pour cela on fera l'analogie ſuivante :

Le ſinus de l'angle compris entre l'axe & la ſouſtylaire, c'eſt ici 31′, *Pl.* 15. *Fig.* 47.
eſt à la hauteur du ſtyle de 250 parties,
comme la tangente de l'angle au centre du Cadran, entre la ſouſtylaire & la ligne horaire de 11 heures, ici de 1° 52′
eſt au nombre des parties de l'échelle que contient la partie P 11 *de la parallele à l'Equinoxiale.*

Le logarithme de 250, ſecond terme de l'analogie eſt 239794
le log. tangente de 1° 52′, troiſiéme terme, eſt 851310

Somme . . . 1091104
de laquelle il faut ſouſtraire le log. ſinus du premier

terme, 31′, qui eſt 795508

Reſte 295596

qui cherché dans la Table des logarithmes des nombres naturels, répond au nombre 904. Ainſi de P à 11 il y aura 904 parties de l'échelle; ce qui ſera le point horaire de 11 heures.

En répétant la même analogie pour chaque point horaire, on trouvera P 10 de 420 parties; P 9, de 242; P 8, de 137; P 7, de 65; P 6, de 2; P 5, de 73; P 4, de 162. Si l'on porte ces diſtances de l'échelle des parties égales ſur la parallele à l'Equinoxiale EQ, en partant toujours du point P, on aura un point de chaque ligne horaire. Mais afin de pouvoir tracer ces lignes, il faut encore déterminer un autre point de chacune.

275. Tracez une autre parallele à l'Equinoxiale *e p q* auſſi éloignée que vous pourrez de la premiere EPQ. Il ſuffira de tirer la ligne *e p q* parallele à EPQ. Meſurez avec le compas à verge la diſtance qui ſe trouve entre les deux paralleles de P à *p*. Je ſuppoſe que vous y ayez trouvé 939 parties de l'échelle des parties égales. Mais il s'agit de trouver la diſtance de P au centre du Cadran par l'analogie ſuivante :

Pl. 15. *Fig.* 47.

La tangente de l'angle que fait l'axe avec la ſouſtylaire, qui eſt ici de 31′,
eſt à la hauteur du ſtyle de 250 parties,
comme le ſinus total
eſt à la diſtance cherchée de P au centre du Cadran.

Comme le quatriéme terme, qui eſt la diſtance de P au centre du Cadran, peut faire un fort grand nombre, qui ne ſe trouveroit point dans la Table

des logarithmes, nous ſerons obligés de faire cette analogie ſans le ſecours des logarithmes.

Hauteur du ſtyle . 250
Sinus total 10000000

Produit . . 2500000000

qu'il faut diviſer par le premier terme. Or la tangente de 31′ eſt 90178; ce ſera le diviſeur.

```
          2 8
          0 6 5 4
          1 7 6 5
        2 2 2 7 6
      6 5 7 9 9 8 8
    6 9 6 4 5 5 0 0
    7 9 8 6 4 4 4 4 4
  2 5 0 0 0 0 0 0 0 0 | 27723 quotient, qui eſt le
  ---------------------
    9 0 1 7 8 8 8 8 8
      9 0 1 7 7 7 7
        9 0 1 1 1
          9 0 0
            9
```

nombre des parties qui expriment la diſtance du point P au centre du Cadran. En comptant 15 pouces pour chaque 1000 parties, (ſi cette opération ſe faiſoit en grand,) ce ſeroit près de 35 pieds. Mais pour la figure préſente, le centre du Cadran ſe trouve éloigné du point P de près de ſept pieds ſeulement.

Il faut ôter de ce nombre 27723, celui qui eſt contenu entre les deux paralleles, ou du point P au point *p*, que nous avons trouvé ci-devant de 939 parties : il reſtera 26784; c'eſt-à-dire, que depuis le point *p*, juſqu'au centre du Cadran, il y a 26784 parties. Pour avoir la hauteur du ſtyle ſur la ſouſtylaire au point *p*, on fera l'analogie ſuivante :

Pl. 15. Fig. 47.

La distance du point P *au centre du* Cadran, qui est ici de 27723 parties
est à la distance du point p *au même centre*, qui est ici de 26784 parties, ci-devant trouvées,
comme la hauteur PS *du style*, ici de 250 parties,
est à la hauteur du même style au point *p* de la seconde parallele.

Nous sommes encore obligés de faire cette analogie sans le secours des logarithmes, à cause que les nombres sont trop grands pour être contenus dans la Table ordinaire, qui ne va que jusqu'à 10000.

Second terme de l'analogie. 26784
A multiplier par le 3e terme 250

1339200
53568

Produit. . 6696000

qu'il faut diviser par le premier terme.

4
18
227
34345
117166
2282487
6696000 | 241 : ce quotient donne
2772333
27722
277

la hauteur du style de *p* à *s*. Ensuite on répétera le

même calcul de l'analogie énoncée au commencement de l'article 264, pour trouver les points horaires ſur la ſeconde parallele *e p q*. En voici un exemple, pour trouver le point horaire de 11 heures: nous pourrons nous ſervir des logatihmes.

log. de 241, hauteur du ſtyle, ſecond terme.	238202
log. tangente de 1° 52′ pour 11 heures, troiſiéme terme	851310
Somme . . .	1089512
de laquelle il faut ſouſtraire le log. ſinus de 31′	795508
Reſte. . . .	294004

Pl. 15. *Fig.* 74.

lequel nombre cherché dans la Table des logarithmes des nombres naturels, ſe trouve vis-à-vis 871; c'eſt le nombre des parties qui expriment la diſtance depuis le point *p*, juſqu'au point horaire 11, ſur la parallele *e q*. Ainſi, en continuant le calcul, on trouvera *p* 10, de 404 parties; *p* 9, de 233; *p* 8, de 132; *p* 7, de 62; *p* 6, de 2; *p* 5, de 70, & *p* 4, de 155 parties. Quand on aura trouvé tous les points horaires ſur les deux paralleles, à droite & à gauche des points P & *p*, on menera des lignes droites qui paſſent ſur ces points correſpondans : ce ſeront les lignes horaires.

276. Si on veut que le Cadran ſoit grand, il faut prendre la hauteur du ſtyle d'un plus grand nombre de parties, comme de 1000, ou 2000, ou 3000 parties. Tout dépend de la hauteur du ſtyle. Plus il ſera haut, plus le centre ſera éloigné. Si on lui avoit donné 1000 parties, ce qui feroit 15 pouces de haut, (c'eſt la moindre hauteur que l'on puiſſe donner pour un grand Cadran,) le centre ſe trouveroit éloigné d'environ 140 pieds, ou 23 toiſes. On peut remarquer combien la méthode que

nous donnons eſt avantageuſe pour tracer avec beaucoup de préciſion ces ſortes de Cadrans. Il n'eſt pas néceſſaire d'en trouver réellement le centre : ſa diſtance trouvée par le calcul, ſuffit pour calculer les points horaires.

Pl. 15. *Fig.* 47. 277. C'eſt dans ce Cadran où l'on apperçoit viſiblement la néceſſité indiſpenſable de mettre le centre hors du plan. Les angles horaires ſont fort petits à l'égard de la ſouſtylaire, puiſqu'il y en a de 8 & de 9 minutes de dégré ; les autres n'ont, l'un que 30′, l'autre que 42′, l'autre que 17′, &c. il eſt donc abſolument impratiquable de faire ſervir ce Cadran ſans mettre le centre bien loin du plan.

278. Nous avons vû, art. 156, que dans les Cadrans orientaux & occidentaux, la ſouſtylaire n'eſt autre choſe que la ligne de 6 heures. Comme ce Cadran-ci eſt preſque entierement oriental, la ſouſtylaire eſt preſque ſur la ligne de 6 heures; puiſqu'elle n'en eſt éloignée que d'environ 18 ſecondes de dégré, qui ne font pas le tiers d'une minute ; ce qui n'eſt preſque pas ſenſible.

279. Si le Cadran, que nous appellerons pour un moment oriental, déclinant vers le Midi, étoit déclinant vers le Septentrion, alors au lieu de faire venir les lignes horaires d'un centre poſé vers le haut du plan, il faudroit les faire venir d'un centre poſé vers le bas du Cadran, & l'axe également regarderoit en haut : les lignes horaires viendroient d'en bas vers la droite, ſi le Cadran ſeptentrional déclinoit vers l'Occident; ou de la gauche, s'il déclinoit vers l'Orient ; ou bien, en ſuppoſant qu'il ſeroit tracé ſur un papier, il ne faudroit que le regarder à l'envers; on verroit à travers le papier le Cadran tel qu'il doit être. Ainſi toutes les fois que l'on voit des Cadrans, qui ont leurs lignes horaires plus écartées entr'elles vers le haut que vers le bas, ce ſont toujours des ſeptentrionaux. Si leur axe eſt obliquement

posé, ils sont toujours déclinans. Si les lignes horaires sont presque paralleles, ils seront beaucoup déclinans.

SECTION III.

Maniere de poser l'axe des Cadrans verticaux qui n'ont pas le centre dans le plan.

280. LA maniere de construire l'axe & de le poser, est un peu différente de celle que nous avons décrite pour les Cadrans, qui ont leur centre sur le plan. Voici comment il faudra faire. On tracera sur une Table assez grande la ligne indéfinie CSX, *Pl.* 8. qui représentera la soustylaire C *f* X de la Fig. 46. *Fig.* 49. On tracera aussi la ligne CAY, qui fasse l'angle XCY égal à la hauteur de l'axe sur la soustylaire. On déterminera sur le Cadran, Fig. 46. que l'on aura au- *Pl.* 14. paravant tracé sur le parquet, les points *f* & X sur la soustylaire, qui doivent faire la longueur que l'on veut donner à l'axe. On tirera à part, à la Fig. 49. la perpendiculaire SA, de la même longueur de *f g*. On tirera une perpendiculaire XY de la même longueur de *a* à Y. On fera faire l'axe avec un ou deux supports par le Serrurier. On tirera les deux perpendiculaires à la soustylaire *h g*, & *t b*; on portera la distance *f g* sur CN de la triple équerre. On portera aussi la distance de *a* à Y sur CX de la double *Pl.* 17. équerre. Ensuite on présentera l'axe sur sa place en *Fig.* 50. le couchant sur le plan, de façon que sa barre réponde sur la ligne CY de la hauteur de l'axe sur la soustylaire; & on marquera le trou ou les deux trous sur l'endroit où le support coupe la soustylaire. Le trou étant fait, on posera la double équerre sur le plan; en sorte que la base ACB de la double équerre

convienne exactement avec la ligne *t a b*, tracée ſur le plan; on mettra l'axe dans ſa place, en ſorte que ſa pointe inférieure Y ſoit dans le point X de la double équerre. On poſera la triple équerre, faiſant en ſorte que ſa baſe ACB ſe trouve juſtement ſur la ligne *h f g* tracée ſur le plan. On fera auſſi bien attention que la ligne CD de la double équerre ſoit ſur le point *a* de la ſouſtylaire, & que la ligne CD de la triple équerre ſoit préciſément ſur le point *f* de la ſouſtylaire. La pointe A de l'axe ſera dans le point N de la triple équerre. On voit tout cela repréſenté dans la Fig. 50. Pl. 16.

Pl. 16. *Fig.* 50. Tout étant ainſi diſpoſé, on fera ſceller l'axe, obſervant tout ce qui eſt détaillé dans la Section 5. du Chapitre 6. pour tout ce qui eſt applicable au ſujet préſent : ſi l'axe eſt d'une longueur conſidérable, il faut y mettre deux ſupports.

CHAPITRE VIII.

Cadrans inclinés.

ON appelle *Cadran incliné* celui qui n'eſt ni horiſontal, ni vertical. Quoique les Cadrans inclinés ſoient d'un uſage aſſez rare & d'une petite utilité, nous en traiterons cependant en faveur de ceux qui ſeront curieux d'en faire. Il eſt des cas où il eſt bon d'en être inſtruit; nous devons avertir que ces ſortes de Cadrans ſont plus compoſés & plus difficiles que les autres. Cependant, pourvû que l'on ait bien entendu tout ce qui a été dit juſqu'à préſent, on entrera plus aiſément dans l'intelligence de ceux-ci. Nous diviſerons ce Chapitre en 6 Sections: nous donnerons dans la premiere quelques notions

préliminaires, avec la maniere de meſurer l'inclinaiſon d'un plan : dans la ſeconde nous parlerons des Cadrans inclinés ſupérieurs du Midi, & inférieurs du Nord, non déclinans : dans la troiſiéme, des Cadrans ſupérieurs du Nord, & inférieurs du Midi, non déclinans : dans la quatriéme, des Cadrans inclinés orientaux & occidentaux, non déclinans : dans la cinquiéme, des Cadrans inclinés déclinans, avec la maniere de trouver la déclinaiſon d'un plan incliné : dans la ſixiéme, nous enſeignerons à tracer par le calcul pluſieurs lignes, & les points horaires des Cadrans inclinés.

SECTION PREMIERE.

Notions préliminaires, avec la maniere de meſurer l'inclinaiſon d'un plan.

281. LEs Cadrans inclinés ſont ceux dont le plan fait un angle aigu avec l'horiſon, & l'inclinaiſon eſt cet angle aigu que le plan fait avec l'horiſon; ſur quoi on remarquera qu'il ne faut point confondre le côté où il faut prendre cet angle d'inclinaiſon. C'eſt toujours du côté de l'horiſontal que l'on commence à compter les dégrés d'inclinaiſon, & non du côté du vertical. Nous avons dit que l'inclinaiſon d'un plan eſt un angle aigu; car il ne peut-être ni droit, ni obtus. S'il étoit droit, le plan ſeroit vertical; s'il étoit obtus, il faudroit compter les dégrés au rebours, c'eſt-à-dire, du côté oppoſé. Une figure éclaircira ce que nous diſons. HR repréſente l'horiſon; DC repréſente le plan incliné ſur lequel on veut conſtruire le Cadran; BC eſt un autre plan encore plus incliné; c'eſt-à-dire, plus approchant du vertical AC. On voit par cette figure que l'angle *Pl.* 18. *Fig.* 51.

de l'inclinaiſon d'un plan eſt toujours aigu, puiſqu'il faut toujours compter les dégrés de cet angle depuis H juſqu'à D ou B, & jamais depuis A.

282. Il y a deux ſortes de Cadrans inclinés : les uns ſont ſupérieurs, comme DC du côté de E; & les autres inférieurs, comme le côté G, qui eſt le deſſous de DC. De plus, les Cadrans inclinés ſont ou déclinans, ou non déclinans, étant tournés directement, ou vers le Midi, ou vers le Nord, ou vers l'Orient, ou vers l'Occident. Les déclinans ſont ceux qui regardent obliquement ou le Midi ou le Nord, & les uns & les autres déclinent, ou vers l'Orient, ou vers l'Occident.

283. La plûpart des regles, dont nous avons parlé juſqu'à préſent, qui ſont propres aux autres Cadrans, ſont les mêmes, & communes aux Cadrans inclinés, comme ſont les ſuivantes : La ſouſtylaire & l'Equinoxiale ſe coupent toujours à angles droits. La verticale & l'horiſontale du plan ſe coupent à angles droits. La ſouſtylaire paſſe par le pied du ſtyle, & rencontre toujours le centre du Cadran. L'Equinoxiale paſſe par le point de ſix heures pris ſur l'horiſontale : cette Equinoxiale paſſe auſſi par un point de la Méridienne; ainſi, quand on connoît ces deux points, on peut tracer l'Equinoxiale.

284. Outre ces regles générales, qui ſont communes à tous les Cadrans, les inclinés en ont de particulieres. Il y a un point marqué ſur le plan, que l'on appelle le zénit ou le nadir; c'eſt le point du plan auquel aboutiroit une ligne tirée du zénit ou du nadir du Ciel, & qui paſſeroit par le ſommet du ſtyle. Nous appellerons ce point du plan, *point vertical*; parce que toutes les lignes qui repréſentent des cercles verticaux paſſent par ce point. Il s'enſuit donc, 1°. qu'il n'y a point de zénit ni de nadir dans les plans verticaux : 2°. que ce point eſt le même que le pied du ſtyle dans le plan horiſontal : 3°. qu'il

en eſt différent dans le plan incliné; en ſorte qu'il eſt au-deſſous du pied du ſtyle & de la ligne horiſontale dans le plan ſupérieur, & au-deſſus de l'un & de l'autre dans le plan inférieur.

285. La verticale du plan doit paſſer par le zénit ou le nadir marqué ſur le plan, ou, autrement dit, ſur le point vertical. Cette ligne, c'eſt-à-dire, la verticale du plan, doit auſſi paſſer par le pied du ſtyle, comme dans tous les autres Cadrans. Mais l'horiſontale du plan ne paſſe point par le pied du ſtyle, comme nous venons de dire.

286. La Méridienne paſſe par le point vertical. Elle doit auſſi rencontrer le centre du Cadran, comme dans tous les autres Cadrans, & de plus un point de l'horiſontale, par lequel paſſe la ligne de déclinaiſon, dont nous parlerons dans la ſuite. Deux de ces trois points ſuffiſent pour tracer la Méridienne.

287. Nous avons dit que la Méridienne eſt toujours une ligne verticale, ou tendante de haut en bas & à plomb. Elle eſt également à plomb dans tous les Cadrans inclinés non déclinans; mais lorſqu'ils ſont déclinans, cette ligne ſe trouve oblique.

288. On commencera par planter le faux ſtyle, dont on trouvera le pied de la même maniere qu'aux Cadrans verticaux : on tracera la verticale qui doit paſſer par le pied du ſtyle, & par le point vertical. Voici la maniere de trouver ce point vertical.

289. Si le Cadran incliné eſt ſupérieur, il faut ſuſpendre au ſommet du ſtyle, ou trou de la plaque, un fil avec ſon plomb pointu par le bas, & l'endroit du plan, où la pointe inférieure du plomb touchera, ſera le point vertical cherché. Mais ſi le plan eſt inférieur, on ſuſpendra le plomb de maniere que ſa pointe touche au ſommet du ſtyle; & l'endroit du plan, où le fil touchera vers le haut, ſera également le point vertical. Si on tire une ligne, qui paſſe par

le pied du ſtyle & par le point vertical, ce ſera la verticale du plan.

Pl. 19. *Fig.* 52. 290. Pour trouver l'inclinaiſon d'un plan, on pourra s'y prendre de deux manieres. On choiſira celle que l'on voudra. Voici la premiere : on tirera du pied P du ſtyle une perpendiculaire à la verticale, ſçavoir, PY, ſur laquelle on prendra, depuis ce pied P, une partie PX égale à la hauteur du ſtyle. L'extrémité X ſera le centre diviſeur de la verticale, duquel on tirera une ligne XV au point vertical V. L'angle PXV, compris entre ces deux lignes, ſera égal à l'inclinaiſon du plan. Pour connoître la valeur de l'angle X, on ſe ſervira d'un demi-cercle, ou du compas de proportion, ou mieux du calcul. Pour cela, on meſurera la longueur des lignes PV & PX; enſuite on fera l'analogie ſuivante :

Pl. 19. *Fig.* 52. & *Pl.* 21. *Fig.* 58.

Le côté PX
eſt au ſinus total,
comme le côté PV
eſt à la tangente de l'angle PXV.

291. La ſeconde méthode de trouver l'inclinaiſon d'un plan, conſiſte à ſe ſervir d'un inſtrument, dont la conſtruction eſt fort aiſée; on prendra un demi-cercle ordinaire : le plus grand ſera le plus propre à cela. On l'attachera avec du maſtic, ou autrement ſur une planche de bois ou de cuivre, de la forme d'un quarré long ABCD. Il eſt néceſſaire que cette planche ſoit bien exactement à angles droits. On fixera une ſoie au centre E du demi-cercle, avec un plomb au bout de la ſoie, & l'inſtrument ſera fait. Pour s'en ſervir, on appliquera le côté AD ſur le plan incliné ſupérieur, tenant l'inſtrument verticalement, & là où la ſoie s'arrêtera, elle marquera ſur le demi-cercle le nombre des dégrés de l'inclinaiſon

Pl. 18. *Fig.* 53.

du plan, à compter toujours depuis l'horiſon. On peut appliquer le même côté AD ſur le plan incliné inférieur, ou le côté AB; cela reviendra au même. Il faut pourtant avouer que n'étant pas toujours aiſé d'avoir un demi-cercle aſſez grand, pour qu'il y ait les minutes de dégré, on ne ſçauroit avoir par cette voye l'inclinaiſon d'un plan aſſez exactement. On pourra, dans ce cas, préferer la premiere méthode, ſi le demi-cercle n'étoit pas à minutes. Il eſt eſſentiel d'avoir exactement l'inclinaiſon du plan.

292. Après cela on tracera l'horiſontale: on tirera la ligne XO perpendiculaire à XV, c'eſt-à-dire, on fera l'angle droit OXV; le point O de la verticale OV auquel aboutira la ligne XO, ſera celui par lequel doit paſſer l'horiſontale, qui doit être perpendiculaire à la verticale. Après avoir établi toutes les notions précedentes, nous paſſerons à la ſeconde Section. *Pl.* 19. *Fig.* 52. ou *Pl.* 21. *Fig.* 53.

SECTION II.

Cadrans inclinés ſupérieurs du Midi, & inférieurs du Nord non déclinans.

293. Les Cadrans inclinés, dont nous parlons dans cette Section, ſont ceux qui ſont tournés directement vers le Midi ou vers le Nord, quoique inclinés de façon que le côté qui eſt en talud comme une pyramide, ſoit directement tourné vers le Midi; & l'autre côté, ſuppoſé parallele à celui-ci, & qui ſeroit en pente vers la terre, ſeroit directement tourné vers le Nord.

294. Après avoir fait toutes les opérations, dont nous avons parlé dans la Section précédente, il faut reconnoître quelle eſt l'élévation du pôle ſur le plan. Or cette élévation du pôle ſe trouve facilement; car

l'inclinaiſon du plan eſt ou plus grande que l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu, ou plus petite, ou égale. Dans les deux premiers cas, la hauteur du pôle ſur le plan eſt égale à la différence de l'inclinaiſon du plan, & de la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu. Par exemple, ſi la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu eſt de 50 dégrés, & l'inclinaiſon du plan de 60 dégrés, la hauteur du pôle ſur le plan du Cadran ſera de 10 dégrés, parce que 10 dégrés eſt la différence entre 50 & 60 dégrés. Si l'inclinaiſon du plan eſt de 35 dégrés, l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu étant toujours ſuppoſée de 50 dégrés, la hauteur du pôle ſur le plan du Cadran ſera de 15 dégrés, qui eſt la différence entre 35 & 50. Dans la premiere hypotheſe où l'élévation du pôle ſur le plan du Cadran eſt de 10 dégrés, on tracera le Cadran comme un horiſontal d'un lieu qui auroit 10 dégrés de latitude; & dans la ſeconde hypotheſe, on le tracera comme un horiſontal d'un lieu qui auroit 15 dégrés de latitude.

Dans le troiſieme cas, où l'inclinaiſon du plan du Cadran ſera égale à l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu, la hauteur du pôle ſur le plan du Cadran eſt nulle; ainſi le Cadran ſera polaire, & doit être tracé comme un horiſontal ſous l'Equateur, où les lignes horaires ſont paralleles.

295. Dans ces trois cas les heures du matin doivent être marquées à la gauche de la Méridienne dans les Cadrans ſupérieurs du Midi; & à la droite, dans les inférieurs du Nord. Du reſte, un côté du Cadran ſe trouve toujours égal à l'autre, comme dans tous les Cadrans horiſontaux.

296. Dans le premier cas, c'eſt-à-dire, lorſque l'inclinaiſon du plan eſt plus grande que l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu, le centre du Cadran eſt au deſſus de l'horiſontale & de l'Equinoxiale, le Cadran étant ſupérieur. Mais ſi l'élévation du pôle

ſur

sur l'horison du lieu est plus petite que l'inclinaison du plan du Cadran, ce qui fait le second cas, le centre du Cadran se trouvera au dessous de l'horisontale & de l'Equinoxiale dans les Cadrans supérieurs. C'est le contraire dans les Cadrans inférieurs. Dans le troisieme cas, c'est-à-dire, lorsque l'élévation du pôle sur l'horison du lieu est égale à l'inclinaison du plan, le Cadran n'a point de centre, puisqu'il est polaire.

On entendra mieux ceci par la figure 54, dans laquelle IL désigne un plan incliné, dont l'inclinaison est plus grande que l'élévation du pôle sur l'horison du lieu. Le style droit du plan IL est PS, le sommet du style est S, & le pied du style est P. La ligne XM est l'axe qui passe par l'extrémité S du style PS. Le point C sera le centre du Cadran. La ligne HR représente l'horisontale du plan, & EN représente l'Equinoxiale, qui fait un angle droit avec l'axe XM. Ainsi la ligne horisontale du plan se trouve placée au point H, qui est au dessus du point P, pied du style; & le point E est l'endroit où passe l'Equinoxiale, au dessous du pied P du style. *Pl.* 18. *Fig.* 54.

On voit par cette figure que le centre du Cadran se trouve au dessus de l'horisontale & de l'Equinoxiale, lorsque l'inclinaison du plan est plus grande que l'élévation du pôle sur l'horison du lieu dans les Cadrans supérieurs; mais il seroit au dessous, si l'inclinaison du plan étoit moindre que l'élévation du pôle sur l'horison du lieu, comme il paroît par la figure 55, sur laquelle on a mis les mêmes lettres pour en faire soi-même l'application.

297. C'est le contraire dans les Cadrans inférieurs du Nord; car s'il s'agit de ceux dont l'inclinaison est plus grande que l'élévation du pôle sur l'horison du lieu, on conçoit que l'axe qui passe par le sommet du style, ne rencontre le plan qu'au dessous du pied du style; & si l'inclinaison du plan est moindre

que l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu, l'axe rencontre le plan au deſſus du pied du ſtyle.

SECTION III.

Cadrans inclinés ſupérieurs du Nord & inférieurs du Midi, qui ne ſont pas déclinans.

298. CES Cadrans ſe font auſſi de la même maniere que les Cadrans horiſontaux des lieux, dont la latitude eſt égale à la hauteur du pôle ſur le plan de ces Cadrans inclinés. Cette hauteur du pôle ſur le plan ſe trouvera ainſi: ou l'inclinaiſon du plan du Cadran eſt plus grande que celle de l'Equateur, ou elle eſt plus petite, ou ces deux inclinaiſons ſont égales. Dans le premier cas, c'eſt-à-dire, ſi l'inclinaiſon du plan eſt plus grande que celle de l'Equateur, il faut ajouter le complément de l'inclinaiſon du plan à celle de l'Equateur; la ſomme ſera la hauteur du pôle ſur le plan. Par exemple, ſi l'inclinaiſon du plan eſt de 64 dégrés, & celle de l'Equateur de 40 dégrés, il faut ajouter 26 dégrés, qui eſt le complément de 64 dégrés à 40 dégrés; la ſomme 66 dégrés ſera la hauteur du pôle ſur le plan du Cadran. Ainſi il faudra faire ce Cadran comme l'horiſontal d'un lieu, dont la latitude ſeroit de 66 dégrés.

Dans le ſecond cas, c'eſt-à-dire, ſi l'inclinaiſon du plan eſt plus petite que celle de l'Equateur, on ajoutera l'inclinaiſon du plan à l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu; la ſomme ſera la hauteur du pôle ſur le plan du Cadran. Par exemple, ſi l'inclinaiſon du plan eſt de 25 dégrés, & celle de l'élévation du pôle ſur l'horiſon de 50 dégrés, on ajoutera

25 dégrés à 50 dégrés; la ſomme 75 dégrés ſera l'élévation du pôle ſur le plan du Cadran. Il faudra donc faire le Cadran incliné ſemblable au Cadran horiſontal d'un lieu, dont la latitude eſt de 75 dégrés.

Dans le troiſieme cas, c'eſt-à-dire, ſi l'inclinaiſon du plan eſt ſemblable à celle de l'Equateur, le Cadran ſera équinoxial; & par conſéquent, on le tracera ſur une circonférence diviſée en 24 parties égales, qui ſeront les points horaires, comme nous avons dit ailleurs.

299. Dans les trois cas, les Cadrans ſupérieurs doivent avoir les heures du matin à la droite de la Méridienne, qui, dans ces Cadrans, eſt la même ligne que la ſouſtylaire & la verticale du plan; & les inférieurs doivent avoir les heures du matin à la gauche de cette même ligne.

300. Dans le premier cas, c'eſt-à-dire, ſi l'inclinaiſon du plan eſt plus grande que celle de l'Equateur, le centre du Cadran eſt au deſſous de l'Equinoxiale & de l'horiſontale du Cadran ſupérieur: mais il eſt au deſſus de ces lignes dans le Cadran inférieur. Dans le ſecond cas, le centre du Cadran ſupérieur eſt au deſſous de l'Equinoxiale: mais le centre du Cadran inférieur eſt au deſſus de l'horiſontale, & au deſſous de l'Equinoxiale; c'eſt ce qui s'entendra aiſément par ce que nous avons dit, art. 296.

SECTION IV.

Cadrans inclinés orientaux & occidentaux.

301. CES Cadrans ſont ceux dont le plan eſt directement tourné vers l'Orient ou vers l'Occident. Il y en a qui ſont ſupérieurs & d'autres

qui ſont inférieurs. Nous allons en donner la conſtruction, en prenant pour exemple un ſupérieur.

Pl. 20. *Fig.* 56. Il faut décrire, comme à l'ordinaire, la verticale du plan qui doit paſſer par le pied du ſtyle; on trouvera ſur cette ligne le Zénit V. (289); on fera l'angle de l'inclinaiſon du plan PXV (290); le centre diviſeur de la verticale ſera le point X; puis on tirera la ligne XO perpendiculaire à XV; par les deux points V & O, on tirera deux horiſontales, dont la premiere CM ſera la Méridienne, & la ſeconde HR l'horiſontale du plan : dans cette eſpece de Cadran la Méridienne eſt perpendiculaire à la verticale; on prendra enſuite ſur la verticale la partie FV égale à XV : le point F ſera le centre diviſeur de la Méridienne CM, auquel, ſi on fait l'angle CFV égal à l'élévation de l'Equateur, ou au complément de l'élévation du pôle, le point C de la Méridienne ſera le centre du Cadran : de ce centre C on tirera une ligne CA qui paſſe par le pied P du ſtyle; ce ſera la ſouſtylaire, ſur laquelle on élevera la perpendiculaire PS égale à la hauteur du ſtyle, & l'on tirera la ligne CS, qui ſera l'axe. Si donc du point S on éleve une perpendiculaire SB à cet axe, le point B de la ſouſtylaire ſera celui par lequel doit paſſer l'Equinoxiale EN, qui eſt toujours perpendiculaire à la ſouſtylaire : on prendra la diſtance SB, que l'on portera ſur la ſouſtylaire CBA depuis B en A; le point A ſera le centre diviſeur de l'Equinoxiale, duquel on décrira un demi-cercle, que l'on diviſera en 12 parties égales. Le reſte ſe fera à l'ordinaire comme dans les Cadrans verticaux.

302. Le Cadran incliné occidental ſupérieur ſe fait de la même maniere que l'oriental, avec cette différence que l'angle CFV eſt à la droite de la verticale, parce que le centre du Cadran doit ſe trouver de ce côté-là. Quant aux Cadrans inférieurs, ſoit orientaux, ſoit occidentaux, on les trace de la

même maniere que les supérieurs, en observant que la Méridienne & le centre doivent être au dessus de l'horisontale. *Pl. 20. Fig. 56.*

303. Il faut remarquer qu'un Cadran incliné oriental ou occidental se décrit de la même maniere qu'un vertical déclinant, dont la déclinaison est égale à l'inclinaison du plan du Cadran oriental ou occidental, & qui est situé dans un lieu dont la hauteur du pôle sur l'horison est égale au complément de la latitude du lieu où est le Cadran incliné. Par exemple, un Cadran oriental incliné de 35 dégrés sur l'horison d'un lieu, dont la latitude ou hauteur du pôle est de 49 dégrés, se fait de la même maniere qu'un vertical déclinant, dont la déclinaison est de 35 dégrés, & qui est situé dans un lieu qui a 41 dégrés de latitude. Pour se convaincre de la vérité de cette remarque, il suffit de regarder la ligne OPV comme l'horisontale du plan, & PX comme une partie de la verticale du plan; pour lors l'angle PXV sera la déclinaison du plan, & l'angle CFV sera la hauteur du pôle sur l'horison.

SECTION V.

Cadrans inclinés déclinans.

304. APRÈS avoir planté le faux style, avoir trouvé son pied, le point vertical, avoir tiré la verticale & l'horisontale du plan, & avoir trouvé l'inclinaison du plan, il faut chercher quelle est sa sa déclinaison, qui se trouvera à peu près de la même maniere que celle du plan vertical. Nous ne ferons que rappeller ici en abrégé ce que nous en avons dit dans toute la Section premiere du Chapitre sixieme : nous choisirons la méthode du calcul com-

me la meilleure; nous avertirons ſeulement de ce qu'il y faut changer, quand on en fait l'application aux plans inclinés.

305. Il faut prendre pluſieurs points d'ombre, comme *f* FG; enſuite tirer des lignes du point vertical V qui paſſent par les points d'ombre, & qui coupent la verticale aux points *i* IK; ces lignes V*i*, VI, VK repréſenteront les verticaux auxquels répond le Soleil dans les inſtans où on a pris les points d'ombre. On meſurera avec le compas à verge les lignes O*i*, OI, OK qui repréſentent les arcs de l'horiſon, compris entre le vertical du plan & les verticaux du Soleil. On meſurera la ligne DO, ou ſon égale XO. Quand on aura pris les grandeurs de ces lignes, qui ſont des côtés des triangles rectangles DO*i*, DOI, DOK, on cherchera par le calcul quels ſont les angles en D de ces triangles; pour cela on fera l'analogie ſuivante :

Pl. 18. *Fig.* 57.

DO
eſt à OI,
comme le ſinus total
eſt à la tangente de l'angle ODI.

Cet angle ODI ſera celui du vertical du Soleil avec le vertical du plan.

Les autres angles ſe trouveront par la même analogie, en diſant :

DO
eſt à O*i*,
comme le ſinus total
eſt à la tangente de l'angle OD*i*.

& pour l'autre angle, on dira :

Pl. 18. Fig. 57.

DO
eſt à OK,
comme le ſinus total
eſt à la tangente de l'angle ODK.

Ces trois angles donnent l'angle du vertical du Soleil avec le vertical du plan. Un ſeul pourroit ſuffire; mais nous en avons pris trois ſur trois points d'ombre, pour faire voir comment on en répéte la même opération & le même calcul ſur chaque point d'ombre.

306. Ces angles étant connus, on cherchera l'angle de la hauteur du Soleil à l'inſtant où l'on a pris le point d'ombre; ce qui ſe fera de la maniere ſuivante:

Soit le point d'ombre F, on tirera la ligne VFI & la ligne DI; on abaiſſera du point P la perpendiculaire P *d* ſur cette ligne VFI, & du point I comme centre, & d'un intervalle égal à DI, on décrira un arc, qui coupe cette perpendiculaire au point *d*; ce point ſera le centre diviſeur de la ligne VI. Le centre diviſeur *d* étant trouvé, on tirera de ce point une ligne au point F, lequel déſigne le lieu du Soleil, & une autre au point I de l'horiſontale. L'angle F *d* I ſera la hauteur du Soleil ſur l'horiſon. Il s'agit de trouver la valeur de cet angle; pour cela il faut meſurer ces trois lignes *d p*, *p* I, & *p* F: enſuite on fera les deux analogies ſuivantes, dont la premiere fera connoître l'angle *p d* I, & la ſeconde l'angle *p d* F.

Le côté d p
eſt au ſinus total,
comme le côté p I
eſt à la tangente de l'angle p d I.

Seconde analogie pour l'angle *p d* F.

Le côté d p
est au sinus total,
comme le côté p F
est à la tangente de l'angle p d F.

Les deux angles étant trouvés, on ôtera le second du premier, le reste sera l'angle F *d* I, qui est la hauteur du Soleil cherchée : on fera les mêmes opérations du présent article sur toutes les verticales que l'on tirera, pour chaque point d'ombre, comme sur les lignes VK & V*i*, que l'on appelle *verticales*, parce qu'elles représentent les verticaux du Soleil, quoiqu'elles ne soient pas à plomb dans le plan incliné déclinant.

307. Connoissant l'angle du vertical du Soleil avec le vertical du plan, connoissant aussi l'angle de la hauteur du Soleil, on cherchera l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien ; par ce moyen on trouvera la déclinaison du plan : le tout comme il a été dit, art. 190 & suiv. jusqu'à l'art. 195.

308. Etant assuré de la déclinaison du plan & de son inclinaison, on pourra tracer le Cadran de la maniere suivante, qui est géométrique. Nous donnerons dans la Section suivante une autre méthode qui s'exécutera par le calcul.

Pl. 19. On commencera par chercher la Méridienne. Pour
Fig. 52. cela, soit la hauteur du style PX, la verticale OPV,
& l'horisontale HR, & le point vertical V. Il faut d'a-
Pl. 21. bord chercher le centre diviseur de l'horisontale, qui
Fig. 58. est toujours un point de la verticale ; voici comment on le trouvera : on prendra avec un compas la longueur de XO, & on la portera sur la verticale, depuis O jusqu'à D ; le point D sera le centre diviseur de l'horisontale : ensuite on fera l'angle ODL

égal à la déclinaiſon du plan. Le point L de l'horiſontale, auquel aboutira la ligne DL, ſera un des points de la Méridienne. Si donc on tire une ligne du point vertical V au point L, comme VML ; ce ſera la Méridienne.

Pl. 19. *Fig.* 52. & *Pl.* 21. *Fig.* 58.

309. Pour ſçavoir de quel côté de la verticale il faut tirer la ligne de déclinaiſon DL ſur un Cadran du Midi, ſoit ſupérieur, ſoit inférieur, il faut ſçavoir de quel côté le plan décline ; ſi c'eſt vers l'Orient, on tirera la ligne de déclinaiſon à droite de la verticale ; ſi la déclinaiſon eſt vers l'Occident, on la tirera à gauche. Il n'importe que la déclinaiſon ſoit plus grande ou plus petite que l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu. Dans les Cadrans du Nord, ſoit ſupérieurs, ſoit inférieurs, on tirera la ligne de déclinaiſon à gauche de la verticale, quand ils déclinent vers l'Orient ; & on la tirera à droite, lorſqu'ils déclinent vers l'Occident. Cela eſt toujours vrai, quelle que ſoit l'inclinaiſon du plan grande ou petite ; c'eſt la même raiſon pour les Cadrans inclinés que pour les verticaux : il faut toujours que la ligne de déclinaiſon ſe trouve du même côté de la verticale que la Méridienne.

310. Pour trouver le centre du Cadran & la ſouſtylaire, on abaiſſera du pied P du ſtyle une perpendiculaire PG ſur la Méridienne ; & on décrira du point L, comme centre, & de l'intervalle LD un arc, qui coupe cette perpendiculaire en un point comme G ; ce point ſera le centre diviſeur de la Méridienne. On menera la ligne GL & la ligne GCF, qui faſſe avec GL l'angle LGF égal à l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu. Le point d'interſection C de la ligne GF avec la Méridienne, ſera le centre du Cadran, qui doit être tantôt au deſſus de l'horiſontale, tantôt au deſſous, ſelon que le pôle élevé ſur le plan, c'eſt-à-dire, vers lequel le plan eſt tourné, eſt inférieur ou ſupérieur à l'horiſon.

Pl. 19. *Fig.* 52. & *Pl.* 21. *Fig.* 58.

Si l'on tire une ligne qui paſſe par le point C, qui eſt le centre du Cadran, & par le point P, pied du ſtyle, ce ſera la ſouſtylaire.

311. Pour trouver l'Equinoxiale, on élevera la ligne DH perpendiculaire ſur DL; le point H où elle coupera l'horiſontale ſera le point de 6 heures, par lequel doit paſſer l'Equinoxiale. Si on tire de ce point H une perpendiculaire HBM ſur la ſouſtylaire, on aura l'Equinoxiale EN, qui doit auſſi paſſer par un point M de la Méridienne; lequel on déterminera en tirant du point G une ligne GM, qui doit être perpendiculaire avec GC. Ces deux points H & M ſuffiſent pour mener l'Equinoxiale, indépendamment de la ſouſtylaire. On pourra faire l'un & l'autre pour avoir plus de préciſion.

312. On aura la hauteur du pôle ſur le plan, ou la hauteur de l'axe, en prenant la hauteur du ſtyle, que l'on portera par une perpendiculaire ſur la ſouſtylaire, depuis le point P, pied du ſtyle, juſqu'en S. Si l'on tire une ligne qui paſſe ſur ce point S & ſur le centre C du Cadran, ce ſera la hauteur de l'axe ſur la ſouſtylaire; & cette ligne CS repréſentera l'axe du Cadran.

313. Après avoir tracé toutes ces lignes, il ſera facile de décrire les lignes horaires de la même maniere que dans les Cadrans verticaux, c'eſt-à-dire, que l'on tirera du point S une ligne juſqu'au point B : cette ligne, qui ſera le rayon Equinoxial, doit être perpendiculaire ſur l'axe CS; enſuite on prendra BA ſur la ſouſtylaire égale à BS; le point A ſera le centre diviſeur de l'Equinoxiale : on décrira de ce point, comme centre, & d'un intervalle arbitraire, une circonférence que l'on diviſera en 24 parties égales; ou ſeulement un demi-cercle, que l'on diviſera en 12 parties égales, en commençant par le point d'interſection X d'un rayon mené au point M, ou par le point I, qui eſt l'interſection d'un autre

rayon mené au point H; enfin on menera des rayons qui passent par les points de division de cette circonférence. Ces rayons prolongés, s'il le faut, couperont l'Equinoxiale en des points, qui seront les points horaires. Si on mene du centre C du Cadran des lignes qui passent par ces points; ce seront les lignes horaires.

314. Pour lever toutes les difficultés qui pourroient se rencontrer, & achever d'éclaircir cette matiere, nous ferons les cinq remarques suivantes.

1°. Nous avons dit, art. 310. que l'on doit mener une ligne GC tantôt au dessus, tantôt au dessous de l'horisontale: or ce centre C qui représente un des pôles, sçavoir, celui qui est élevé sur le plan, doit être au dessus de l'horisontale, lorsque le pôle caché sous l'horison est élevé sur le plan du Cadran; parce que tous les points du ciel cachés sous l'horison doivent être marqués au dessus de l'horisontale. Par la raison contraire, le centre est au dessous de cette ligne, quand le pôle, qui est au dessus de l'horison, est élevé sur le plan du Cadran.

315. 2°. Dans les Cadrans supérieurs, soit du Midi, soit du Nord, le point vertical est au dessous du pied du style, & la ligne horisontale est toujours au dessus de l'un & de l'autre; mais dans les Cadrans inférieurs, le point vertical est au dessus de ce pied, & la ligne horisontale est au dessous de l'un & de l'autre point.

316. 3°. Dans les Cadrans supérieurs du Midi, dont l'inclinaison est moindre que la hauteur du pôle sur l'horison du lieu, le centre est au dessous de l'horisontale, parce que ces Cadrans sont tournés vers le pôle élevé sur l'horison, c'est-à-dire, vers le pôle septentrional; car nous supposons ici le plan dans la partie septentrionale du Monde; le contraire arrive dans les Cadrans inférieurs opposés. Mais si l'inclinaison des Cadrans supérieurs du Midi est plus

grande que la hauteur du pôle sur l'horison, quelquefois le centre sera au dessus de l'horisontale, & quelquefois au dessous. Il sera au dessus, si le pôle méridional est élevé sur le plan, & au dessous, si c'est le pôle septentrional, comme il arrive quand la déclinaison du plan est fort grande.

317. 4°. Le centre est au dessous de l'horisontale dans les Cadrans supérieurs du Nord, quelle que soit l'inclinaison du plan, ou plus grande ou plus petite que l'élévation de l'Equateur sur l'horison; car dans ces Cadrans le centre représente toujours le pôle élevé sur l'horison, c'est-à-dire, le pôle septentrional, parce que ces Cadrans sont toujours tournés vers ce pôle. C'est le contraire dans les Cadrans inférieurs opposés.

318. 5°. La Méridienne est à droite de la verticale dans les Cadrans supérieurs & inférieurs du Midi, qui déclinent vers l'Orient : elle est à gauche dans ceux qui déclinent vers l'Occident. Quant aux Cadrans supérieurs & inférieurs du Nord, la Méridienne est à gauche de la verticale dans ceux qui déclinent vers l'Orient; elle est à droite dans ceux qui déclinent vers l'Occident : c'est la même raison que pour les Cadrans verticaux. On voit assez que le centre du Cadran & la ligne de déclinaison doivent avoir la même situation que la Méridienne, par rapport à la verticale.



SECTION VI.

Maniere de trouver, par le calcul, plusieurs lignes, & les points horaires des Cadrans inclinés déclinans.

319. IL n'y a point de difficulté pour les Cadrans inclinés qui ne déclinent point. Nous avons dit dans les Sections IIe & IIIe qu'ils se tracent comme les horisontaux; ainsi la même analogie des Cadrans horisontaux servira pour ceux-ci; nous entendons parler des déclinans méridionaux supérieurs & septentrionaux inférieurs, comme des septentrionaux supérieurs & méridionaux inférieurs déclinans.

Quant aux orientaux & occidentaux, on se servira des mêmes analogies du Cadran vertical déclinant, en faisant les remarques de l'article 303. dans lequel on trouvera ce qu'il faut observer.

320. Il s'agit donc principalement des Cadrans inclinés déclinans, où le calcul paroît d'abord un peu plus embarrassant.

Nous supposons que la verticale du plan est tirée, que l'on connoît le pied du style & sa hauteur avec l'inclinaison du plan. On trouvera la position du point vertical V par l'analogie suivante:

Le sinus total *Pl.* 19.
est au côté **PX**, qui est la hauteur du style, *Fig.* 52. &
comme la tangente de l'angle **PXV**, qui est l'inclinaison du plan, *Pl.* 21. *Fig.* 58.
est au côté **PV**, qui est la distance depuis le pied **P** du style jusqu'au point **V**, le point vertical cherché.

Pl. 19. *Fig.* 52. & *Pl.* 21. *Fig.* 58.

321. Pour trouver le point O par lequel doit passer l'horisontale, & par conséquent sa position, on fera l'analogie suivante :

Le sinus total
est au côté PX, *hauteur du style*,
comme la tangente de l'angle PXO, qui est le *complément de l'inclinaison du plan*,
est au côté PO, dont O est le point par lequel doit passer l'horisontale.

322. Pour trouver le point L de l'horisontale, par où doit passer la Méridienne, on fera l'analogie suivante :

Le sinus total
est au côté OD *ou* XO,
comme la tangente de l'angle ODL, qui est la *déclinaison du plan*,
est au côté OL, dont L est le point par où doit passer la Méridienne.

323. Si l'on veut se servir de l'Equinoxiale pour tracer les lignes horaires, on trouvera le point H, par où elle doit passer, par l'analogie suivante :

Le sinus total
est au côté OD *ou* XO,
comme la tangente de l'angle ODH, qui est le *complément de la déclinaison du plan*,
est au côté OH,

dont le point H est celui qui est cherché, par lequel

doit passer l'Equinoxiale. Ce point H est également celui de six heures ; de ce point H on élevera une perpendiculaire sur la soustylaire ; ce sera l'Equinoxiale.

324. Les analogies précédentes ne sont qu'une préparation du plan pour avoir plusieurs points & plusieurs lignes, qui ne doivent servir que pour trouver les trois principaux angles essentiels à la description des angles horaires. Nous allons encore donner trois autres analogies, qui sont le fondement de celles qui les suivront.

Pour trouver l'angle fait au centre du Cadran entre la Méridienne & la verticale, ou la parallele à la verticale, on fera l'analogie suivante :

Le sinus total
est au sinus du complément de l'inclinaison du plan,
comme la tangente de la déclinaison du plan
est à la tangente de l'angle compris entre la Méridienne & la verticale, ou parallele à la verticale.

325. Pour trouver l'arc du Méridien compris entre le Zénit du lieu & le point où le vertical du plan perpendiculaire sur le Méridien le coupe, on fera l'analogie suivante, qui est la seconde :

Le sinus total
est au sinus du complément de la déclinaison du plan,
comme la tangente de l'inclinaison du plan
est à la tangente de l'angle requis.

326. Pour faire l'application de ces deux précédentes analogies, il faut diſtinguer les deux eſpeces de Cadrans inclinés déclinans. Les premiers ſont les déclinans du Midi ſupérieurs, & du Septentrion inférieurs; les ſeconds ſont les déclinans du Septentrion ſupérieurs, & du Midi inférieurs.

A l'égard des premiers, qui ſont les déclinans du Midi ſupérieurs & du Septentrion inférieurs, il peut y avoir trois cas; car l'arc ou l'angle trouvé par la ſeconde analogie, ſera plus grand que l'élévation du pôle, ou plus petit, ou il lui ſera égal.

Dans le premier cas, c'eſt-à-dire, ſi l'angle trouvé par la ſeconde analogie eſt plus grand que l'élévation du pôle ſur l'horiſon, on ajoutera l'élévation du pôle ſur l'horiſon au complément de l'arc trouvé par la ſeconde analogie; & l'on prendra le ſinus de complément de la ſomme, que l'on appellera nombre 1, & ſa tangente de complément, que l'on appellera nombre 2.

Dans le ſecond cas, c'eſt-à-dire, ſi l'angle trouvé eſt plus petit que l'élévation du pôle ſur l'horiſon, on ajoutera le complément de l'élévation du pôle ſur l'horiſon à l'angle trouvé par la ſeconde analogie, & l'on prendra le ſinus de complément de la ſomme, qu'on appellera nombre 1, & ſa tangente de complément, qu'on appellera nombre 2.

Dans le troiſieme cas, c'eſt-à-dire, ſi l'angle trouvé par la ſeconde analogie eſt égal à l'élévation du pôle ſur l'horiſon, le Cadran n'aura point de centre, & ce ſera un polaire déclinant dans la ſphere parallele. Dans ce Cadran les lignes horaires ſeront paralleles.

327. Dans la ſeconde eſpece des Cadrans inclinés déclinans, qui ſont les déclinans du Septentrion ſupérieurs & du Midi inférieurs, il peut également y avoir trois cas; car l'angle trouvé par la ſeconde analogie ſera plus grand que l'élévation du pôle, ou il ſera plus petit, ou il lui ſera égal.

Dans

Dans les deux premiers cas, on prendra la différence entre l'arc trouvé par la ſeconde analogie, & le complément de l'élévation du pôle. Le ſinus du complément de cette différence ſera appellé nombre 1, & la tangente de complément nombre 2.

Dans le troiſieme cas, le Cadran ſera un Equinoxial déclinant dans la ſphere droite, & la ſouſtylaire repréſentera la ligne de 6 heures, qui fera un angle droit avec la Méridienne.

328. Dans tous les cas, on fera l'analogie ſuivante, qui eſt la troiſieme :

Le ſinus total
eſt à la tangente de l'angle entre la Méridienne & la verticale,
comme la tangente de l'angle trouvé par la ſeconde analogie
eſt au ſinus d'un angle qui ſera appellé nombre 3, & ſon ſinus de complément nombre 4.

329. L'angle trouvé par cette troiſieme analogie donne la différence des longitudes pour un Cadran polaire déclinant ; & pour un Cadran Equinoxial déclinant, le complément de l'angle trouvé par cette derniere analogie, donne l'élévation particuliere du pôle ſur le plan du Cadran. Les angles faits au centre de ce Cadran par la ligne de 6 heures & les lignes horaires, ſont les mêmes que ceux qui ſeroient faits au centre du Cadran horiſontal pour une élévation égale à l'élévation du pôle ſur le plan, par la Méridienne & les lignes horaires.

330. Les trois analogies préparatoires précédentes étant faites, on procedera aux trois ſuivantes pour trouver les trois angles fondamentaux. Voici la pre-

miere pour trouver l'angle entre la Méridienne & la souſtylaire :

Le ſinus total
eſt au nombre 2,
comme le nombre 3
eſt à la tangente de l'angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire.

331. On trouvera l'angle entre la souſtylaire & l'axe, ou la hauteur du pôle ſur le plan, en faiſant la ſeconde analogie ſuivante :

Le ſinus total
eſt au nombre 1,
comme le nombre 4
eſt au ſinus de l'angle entre la ſouſtylaire & l'axe, ou *la hauteur du pôle ſur le plan.*

332. Pour trouver la différence des longitudes, on fera l'analogie ſuivante :

Le ſinus total
eſt à la tangente de l'angle entre la Méridienne & la ſouſtylaire,
comme le ſinus de l'angle entre l'axe & la ſouſtylaire
eſt à la tangente du complément de l'angle de la différence des Méridiens ou des longitudes.

333. Tous ces angles étant connus, on trouvera les angles faits au centre du Cadran par la ſouſtylaire

& les lignes horaires, par la même méthode des Cadrans verticaux déclinans. Pour tracer ces ſortes de Cadrans, & pour poſer l'axe, on ſe conformera à ce qui a été dit aſſez au long pour les Cadrans verticaux déclinans.

CHAPITRE IX.

Méridiennes.

Les Méridiennes ſont devenues ſi fréquentes depuis quelque tems, & d'un goût ſi général, que nous avons cru faire plaiſir au Public de traiter cette matiere aſſez au long. Nous tâcherons d'en détailler tellement toutes les opérations, & d'en rendre l'inſtruction & la pratique ſi claire, que tout le monde puiſſe facilement l'entendre. L'uſage de la Méridienne eſt extrêmement utile, aſſez recherché dans la vie civile, & indiſpenſable dans l'Aſtronomie : c'eſt le fondement des Cadrans ſolaires. Au moyen de la Méridienne on reconnoît les quatre points cardinaux du Monde, on détermine la variation & la déclinaiſon de l'aiman, on connoît le moment précis de Midi, &c.

Il y a deux eſpeces de Méridiennes, l'horiſontale & la verticale. Nous entendons par *Méridienne horiſontale*, une ligne droite tracée ſur un plan horiſontal, laquelle eſt parallele au Méridien du lieu : elle regarde le Midi par un bout, & le Septentrion par l'autre bout. Cette ligne coupe l'Equateur à angles droits ; ou bien, elle coupe à angles droits une ligne qui ſeroit tirée du point de l'Orient *vrai*, à l'autre point de l'Occident *vrai*. Lorſque l'ombre du ſtyle eſt ſur la Méridienne, c'eſt le Midi vrai pour le lieu où eſt la Méridienne, parce que le Soleil

ſe trouve pour lors au Méridien de ce même lieu.

La *Méridienne verticale* eſt auſſi une ligne droite verticale ou à plomb, & qui marque le Midi vrai comme la Méridienne horiſontale : cette ligne eſt la trace verticale du Méridien du lieu, comme l'autre en eſt la trace horiſontale.

On a donné un nombre conſiderable de méthodes pour tracer la Méridienne, ſoit horiſontale, ſoit verticale, entre leſquelles nous avons choiſi ce qu'il y a de plus ſimple & de plus facile à exécuter. Nous diviſerons ce Chapitre en quatre Sections : dans la premiere, nous donnerons la maniere de tracer une Méridienne horiſontale; nous verrons dans la ſeconde comment il faut tracer la verticale; dans la troiſieme, nous enſeignerons à joindre quelques lignes horaires aux Méridiennes, ſoit horiſontales, ſoit verticales; & nous traiterons dans la quatrieme de la Méridienne horiſontale, & verticale du tems moyen.

SECTION PREMIERE.

Méridienne horiſontale.

334. ON peut dire qu'il y a deux eſpeces de Méridienne horiſontale; l'une qui ſe trace ſur un petit plan, comme quand on fait un Cadran horiſontal ordinaire, qui peut avoir juſqu'à trois pieds de diametre; & l'autre que l'on trace dans des grands eſpaces, comme des Egliſes, ſalles, &c. Nous donnerons trois manieres de tracer la Méridienne horiſontale, dont voici la premiere qui regarde principalement les petits plans.

Il faut d'abord s'aſſurer ſi le plan, ſur lequel on veut tracer la Méridienne, eſt bien plan ou bien

dressé ; ce que l'on reconnoîtra en y appliquant en tout sens une regle bien droite. Si elle touche partout également, le plan est bien dressé. On le mettra exactement de niveau, au moyen d'un bon niveau d'air, ou de quelqu'autre espece. On mettra le niveau sur une regle posée sur son côté, laquelle doit être exactement de même largeur d'une extrémité à l'autre. On mettra cette regle sur le plan, selon deux directions différentes, qui se croisent à peu près à angles droits. Il est bon que ce plan ait deux ou trois pieds de diametre. Plus il sera grand, plus la Méridienne pourra avoir de justesse. Une table de marbre ou de quelqu'autre pierre, qui auroit le grain fin & uni, seroit fort propre pour cela. Une table de bois risqueroit de se tourmenter ou gauchir par l'ardeur du Soleil, ou par la pluye qui peut survenir : car quelquefois on est obligé d'attendre quinze jours, ou même davantage, sans pouvoir tracer la Méridienne, faute d'un beau jour, où le Soleil paroisse toute la journée, tel qu'il est nécessaire pour cette opération. On peut tracer une Méridienne sur un plan beaucoup plus petit, comme d'un pied de diametre, ou moins encore ; mais alors il est plus difficile de faire quelque chose de juste.

335. N'étant pas aisé de trouver un plan assez grand, assez uni, assez droit & assez solide pour demeurer long-temps bien dressé, exposé aux intemperies de l'air, voici ce que j'ai fait pour en avoir un qui eût toutes ces conditions. Je fis faire un chassis de bois de chêne bien sec, de 4 pieds de longueur, sur 3 pieds de largeur. Le bois du chassis avoit 4 pouces d'épaisseur, sur 3 pouces de largeur, c'est-à-dire, que ce chassis bien assemblé aux quatre coins, avoit 4 pouces de profondeur. Il y avoit dans le milieu, selon la longueur du chassis, & au fond inférieur, une traverse de 4 pouces de largeur, sur 3 pouces d'épaisseur, mise de plat, & bien assem-

blée aux traverſes des bouts du chaſſis. Cette traverſe du milieu affleuroit le deſſous du chaſſis; aux deux côtés de cette traverſe & en deſſus, il y avoit une feuilleure d'un pouce de largeur, ſur environ 6 lignes de profondeur, & autant tout à l'entour de l'intérieur du chaſſis. Je fis clouer des tringles de bois d'environ un pouce de largeur, ſur environ 6 lignes d'épaiſſeur dans cette feuilleure, & aſſez près les unes des autres, d'environ 5 à 6 lignes de diſtance; de ſorte que toute la machine reſſembloit à une grille d'un pouce de profondeur.

Je fis remplir toute cette profondeur en bon plâtre bien gâché, juſqu'à ce que le deſſus du chaſſis en fût bien affleuré; de ſorte qu'en appliquant une regle deſſus, elle touchoit par-tout. Cette table étant expoſée à l'air, (& non au Soleil) pendant huit jours en Eté, ſécha parfaitement; & comme le plâtre & le bois avoit fait quelque effort, je fis redreſſer le deſſus avec la varlope, juſqu'à ce qu'en y appliquant en tout ſens une regle récemment dreſſée, elle touchât par-tout exactement.

Le plâtre étant très-ſec, j'y fis paſſer un nombre de couches d'huile de lin bien chaude, ſans attendre qu'aucune couche ſéchât; c'eſt ainſi que le plâtre fût imbibé de cette huile aſſez avant: car je fis continuer de paſſer de l'huile tant que le plâtre en put recevoir. Je laiſſai bien ſécher cette huile, juſqu'à ce que je reconnus qu'elle étoit dure; enſuite je fis paſſer 3 couches de peinture de céruſe à l'huile, attendant qu'une couche fût ſéche, avant que d'en appliquer une autre. Le bois du chaſſis étoit peint de même. Ce plan ainſi préparé & bien ſec fut en état de conſerver ſa juſteſſe aſſez long-temps, malgré l'ardeur du Soleil & la pluye. Si l'on vouloit en conſtruire un dans ce goût, on pourroit le faire de la grandeur que l'on ſouhaiteroit. Celui que je viens

de décrire réuſſit fort bien; chacun pourra ſuivre ſon idée là-deſſus.

336. Vers une extrémité de la largeur du plan on plantera un ſtyle courbe, dont la pointe ſoit un peu émouſſée; ou encore mieux, ce ſera le faux ſtyle à couliſſe, tel que nous l'avons décrit, art. 92. On le mettra à la hauteur convenable; car en Hyver il doit être moins élevé qu'en Eté, parce que l'ombre eſt pour lors plus longue. On fixera ſa hauteur, en ſorte que vers les 7 ou 8 heures du matin l'ombre du ſtyle ſe trouve à l'extrémité du plan; alors on fixera le faux ſtyle, obſervant de poſer ſa baſe à peu près du côté du Midi, afin que ſa tige ni ſon ombre n'embarraſſent rien. *Pl.* 22. *Fig.* 59.

337. Nous avons dit, art. 68. ce que c'eſt que le pied du ſtyle, & comment il faut le trouver. On pourra relire cet article, pour ne pas le répéter ici. Quand on aura trouvé le point C, qui ſera le pied du ſtyle, on y plantera une pointe de cuivre, (qui affleure le plan,) avec un très-petit trou au milieu pour poſer une pointe de compas. On tracera pluſieurs circonférences, dont le pied du ſtyle C ſera le centre. On pourra en décrire 10 à 12, à environ un pouce de diſtance l'une de l'autre, ce que l'on fera avec un compas à verge, obſervant que les traits ſoient fins. Il ſera mieux de décrire ces circonférences au crayon ſeulement.

338. On obſervera dans la matinée quand l'extrémité de l'ombre du ſommet du ſtyle, ou bien quand le centre de l'ovale de lumiere ſera ſur la premiere circonférence extérieure, comme en A; pour lors on marquera le point A avec le crayon: on obſervera de même quand le centre de l'ovale de lumiere touchera le point B ſur la ſeconde circonférence; alors on marquera le point B. On en fera de même aux points ND.

Après Midi on remarquera que l'ovale de lumiere

Pl. 22. commencera à ſortir des circonférences. Ainſi quand
Fig. 59. ſon centre ſera arrivé au point E, on y marquera un point; on fera de même aux points FGH.

339. Tous les points étant marqués, on tirera une ligne droite du point A à ſon autre point correſpondant H. On en tirera une autre du point B à ſon autre point correſpondant G : on en fera de même ſur toutes les circonférences. Si tous les points ſont marqués avec exactitude, toutes ces lignes doivent ſe trouver paralleles; enſuite du point A, comme centre, on tracera à volonté les arcs I & K, & avec la même ouverture du compas à verge, on tracera deux autres arcs I & K, en poſant la pointe ſur le point H. De ces points d'interſection I & K, on tirera une ligne droite CM, qui doit paſſer ſur le point C, pied du ſtyle. On éprouvera enſuite ſi cette ligne CM, qui eſt la Méridienne, partage bien également toutes les paralleles AH, BG, NF, DE; alors on pourra s'aſſurer que l'on a operé exactement.

Il n'eſt pas néceſſaire que les arcs K ſoient tracés avec la même ouverture de compas que les arcs I; mais il eſt eſſentiel que les deux arcs I ſoient tracés avec une même ouverture, & les deux arcs K avec une ouverture différente, ſi l'on veut.

340. Quoiqu'une ſeule circonférence dût ſuffire pour tracer la Méridienne, il eſt à propos d'en décrire pluſieurs, pour s'aſſurer de la juſteſſe de l'opération : c'eſt pourquoi on fera bien de tracer autant de ſections ou arcs qu'il y a de points marqués; ils doivent tous ſe couper ſur la Méridienne CM, ſi l'on a bien operé.

341. Obſervez que ſi on a marqué un point ſur une circonférence avant Midi, & que l'on n'en marque point après Midi ſur la même circonférence; ce point marqué, qui n'a point de correſpondant ſur la même circonférence, ne peut ſervir de rien. L'opération n'eſt bonne qu'autant que l'on a marqué

deux points ſur la même circonférence en un même jour. Cependant on peut operer, par exemple, ſur ſix circonférences en ſix jours différens, pourvû que le même jour on marque les deux points ſur la même circonférence. Il faut obſerver que quand on marque un point, il eſt néceſſaire que le Soleil paroiſſe bien; car s'il eſt un peu obſcurci par des nuages, on riſque de marquer faux.

342. La ſaiſon la plus propre pour tracer la Méridienne horiſontale par cette méthode eſt le ſolſtice d'Hyver, & quinze jours ou environ avant ou après; l'ombre du Soleil étant pour lors la plus longue, on opere avec plus de préciſion. Cependant le ſolſtice d'Eté eſt auſſi une ſaiſon aſſez propre pour cela; mais il eſt plus difficile de s'aſſurer de la juſteſſe des opérations, parce que l'ombre eſt alors fort courte: le point de Midi ſe trouve très-près du pied du ſtyle; & comme il y a toujours quelque erreur dans la pratique, pour ſi petite qu'elle ſoit, elle va toujours en augmentant juſqu'au ſolſtice d'Hyver; de ſorte que ſi cette Méridienne tracée en Eté devoit être permanente, il ne faudroit pas en attendre une grande exactitude en Hyver, lorſque l'ombre eſt fort longue.

343. Si l'on trace la Méridienne par cette méthode en tout autre temps que vers les ſolſtices, il y a une petite erreur à corriger. Il faut ſçavoir qu'en toute autre ſaiſon qu'aux ſolſtices, la déclinaiſon du Soleil change ſenſiblement dans l'intervalle du temps qui ſe trouve entre les inſtans auxquels on marque les points d'ombre correſpondans ſur le même cercle; & plus cet intervalle eſt long, plus ce changement eſt ſenſible, & encore plus vers les Equinoxes; de ſorte que s'il y a 7 à 8 heures d'intervalle, lorſqu'on marque les deux points, ce changement de déclinaiſon eſt conſiderable. Pour comprendre ceci, il faut obſerver que ſi le Soleil va du Tropique du Cancer

au Tropique du Capricorne, c'eſt-à-dire, depuis le ſolſtice d'Eté juſqu'au ſolſtice d'Hyver, il eſt plus élevé dans les pays ſeptentrionaux avant Midi qu'après Midi, quand il eſt à même diſtance du Méri-
Pl. 22. dien de part & d'autre; & par conſéquent l'ombre
Fig. 59. du ſtyle eſt plus courte le matin que le ſoir dans les momens également éloignés de Midi: ainſi en prenant des ombres égales du ſtyle, la ligne que l'on tireroit du milieu des points A & H, ne ſeroit pas la vraye Méridienne; elle s'en écarteroit un peu vers le point A marqué avant Midi, parce que le ſecond point H ne ſeroit pas aſſez éloigné de A; c'eſt ce qui fait que cette méthode, que l'on appelle *par des hauteurs correſpondantes*, n'a pas toute la juſteſſe que l'on peut déſirer, lorſqu'on s'en ſert vers les Equinoxes.

344. Mais on peut corriger cette petite erreur, au moyen des deux Tables qu'on trouvera à la fin de ce Traité: elles ſont générales & propres à toutes les latitudes; nous les avons tirées du livre de la Connoiſſance des Temps, ann. 1760. Voici la maniere de s'en ſervir.

On ſuppoſe que lorſqu'on veut tracer une Méridienne par des hauteurs correſpondantes, ce ſoit en un jour où la déclinaiſon du Soleil eſt d'environ 5° vers le Septentrion. On cherchera dans la *Table de la déclinaiſon du Soleil pour tous les dégrés de l'Ecliptique*, à quel dégré de ſigne il répond alors: on le trouvera à peu près à 13 dégrés du Bélier; & ſuppoſant 6 heures d'intervalle entre les deux points d'ombre correſpondans A, H, on cherchera dans la premiere Table de l'*équation générale* quelle eſt l'équation qui répond au 13ᵉ dégré du Bélier, & à 6 heures d'intervalle entre les deux obſervations A, H. On ne trouve dans cette Table les dégrés des ſignes que de 10 en 10, c'eſt-à-dire, 10° 20° du Bélier; & comme 13° dont il s'agit ſont entre 10° & 20°,

& plus près de 10° que de 20°, il faut prendre une partie proportionnelle entre les 33″ qu'on trouve vis-à-vis le 10e dégré du Bélier ſous 6 heures d'intervalle, & les 31″ qu'on voit vis-à-vis le 20e dégré du même ſigne & du même intervalle de 6 heures. Or entre 33″ & 31″ n'y ayant que 2″ de différence, il en faut conclure que la partie proportionnelle priſe, on aura 32″ d'équation, que l'on multipliera par les trois premiers chiffres de la tangente naturelle de la latitude en la maniere ſuivante : *Pl. 22. Fig. 59.*

Nous ſuppoſons la latitude de 44° 50′, dont les trois premiers chiffres de la tangente naturelle ſont 994
qu'on multipliera par les 32″ ci-deſſus . . . 32

1988
2982

Produit . . . 31808

duquel on retranchera les trois derniers chiffres à droite. Il faut remarquer que le premier chiffre à gauche de ceux qui ſont ainſi retranchés, doit être regardé comme des dixiemes d'une unité qu'on ſuppoſe diviſée en 10 parties égales. Dans le cas préſent les deux premiers chiffres du produit 31 expriment 31 ſecondes, & le chiffre 8, qui eſt le premier à gauche de ceux qui ſont retranchés, ſignifie 8 dixiemes d'une ſeconde, & par conſéquent bien près d'une ſeconde entiere; ainſi au lieu de dire 31 ſecondes, il faudra dire 32 ſecondes. Voilà la premiere opération; il en faut une autre.

Après cette premiere Table d'*équation générale* ſuit la ſeconde, à laquelle on trouvera vis-à-vis du 10e dégré du Bélier, & ſous 6 heures d'intervalle, une ſeconde; & vis-à vis du 20e dégré du même ſigne, & ſous le même intervalle, on trouvera 3 ſecondes. Or la partie proportionnelle, pour convenir au 13e dégré du Bélier, ne peut être que 2

Pl. 22. *Fig.* 59. secondes. En ôtant ces 2″ des 32″ ci-dessus, il restera 30″ pour la correction qu'il faut faire à la Méridienne. Si la déclinaison du Soleil étoit méridionale, il faudroit ajouter ce qu'on auroit trouvé dans la seconde opération (qui seroit peut être différent) du résultat de la premiere, qui auroit pû être aussi une autre quantité de secondes.

Pour appliquer cette correction de 30″ sur la Méridienne, il faut avoir une montre qui marque au moins les minutes; il sera encore mieux qu'elle marque les secondes. Lorsque le point de lumiere sera arrivé sur la circonférence, par exemple à H, on y marquera un point. On attendra encore les 30″ que nous venons de trouver; & à la fin de ces 30″, on marquera un autre point L à l'endroit où se trouve pour lors l'image du Soleil. De ce point L on tirera une ligne qui vise au pied du style, & qui coupe la circonférence. Cette intersection est le véritable point d'où il faut tracer les sections I & K, & non du point H; le tout, supposé que le Soleil aille du solstice d'Eté au solstice d'Hyver; mais s'il alloit du solstice d'Hyver au solstice d'Eté, il faudroit transporter l'espace HL, qui est sur la circonférence, de H en P, & faire les sections I, K du point P & du point A, pour avoir la Méridienne CM. C'est ainsi qu'en employant cette correction, on peut tracer la Méridienne en tout temps; cependant l'Hyver est préférable à l'Eté, pour les raisons que nous avons dit ci-devant.

345. La seconde méthode de tracer une Méridienne horisontale, s'exécutera au moyen des étoiles, de la maniere suivante: Au devant du plan sur lequel on doit tracer la Méridienne, & du côté du Septentrion, on plantera verticalement deux barres ou perches A & B, éloignées l'une de l'autre de quelques pieds, & placées l'une vers l'Orient & l'autre vers l'Occident. Ces perches auront 8 à 10

pieds de hauteur : on attachera horiſontalement une ficelle F tendue de l'une à l'autre barre, que l'on affermira le mieux que l'on pourra. On diſpoſera deux autres barres D & E vers le Midi, en ſorte que le plan ME ſoit entre les quatre barres, qui formeront un quarré long. On attachera auſſi horiſontalement une autre ficelle G d'une barre à l'autre. Les deux barres du côté du Septentrion ſeront auſſi éloignées que l'on pourra de celles qui ſont poſées du côté du Midi ; enſuite on attachera un fil blanc bien fin, ou une ſoye blanche H horiſontalement du milieu d'une ficelle G à l'autre milieu de l'autre ficelle F ; en ſorte que chaque bout de ce fil blanc puiſſe couler aiſément d'un bout de ficelle à l'autre. Aux deux extrémités de ce fil blanc horiſontal, on attachera deux autres ſoies blanches ou fils très-blancs & bien fins I & K, avec un plomb au bout. Afin de fixer ces plombs plus aiſément, on arrangera un ſceau plein d'eau, de façon que chaque plomb plonge dans un ſceau On fera en ſorte que le fil horiſontal H réponde par deſſus & vers le milieu du plan ME, ſur lequel on doit tracer la Méridienne. *Pl. 23. Fig. 60.*

346. Tout étant ainſi diſpoſé, placez-vous devant la ſoye verticale I, qui eſt du côté du Midi, & viſez vers le Septentrion, en ſorte que les deux fils I & K ou I & H vous cachent l'étoile polaire. Pour *Fig. 61.* cela, vous ferez couler un bout du fil H du côté de l'Orient ou de l'Occident, juſqu'à ce que vous voyez les fils diſpoſés à vous cacher l'étoile polaire P, dans le moment où le quadrilatere de la grande Ourſe eſt à droite des ſoyes, c'eſt-à-dire, vers l'Orient, & les trois de la queue à gauche ; en ſorte que la premiere de la queue ſoit prête à paſſer. L'on voit, Fig. 61. la diſpoſition de ces étoiles.

Les ſoyes des plombs étant ainſi placées dans le plan du Méridien, ſi vous menez une ligne EM ſur le plan qui eſt au deſſous de la ſoye H, de ma-

Pl. 23. *Fig.* 60. & 61. niere que cette ligne ſoit dans le même plan, ou ce qui eſt la même choſe, qu'elle ſoit entierement cachée par les deux ſoyes verticales; ce ſera la Méridienne : de ſorte que ſi on laiſſoit la ſoye ou le fil horiſontal H qui ſupporte les plombs, l'ombre de ce fil marqueroit Midi, lorſqu'elle tomberoit ſur la Méridienne EM. Si l'on poſe un fil de fer ou de cuivre ſur quelque endroit de cette ligne, & qu'il ſoit bien à plomb, ſon ombre marquera exactement Midi, lorſqu'elle ſera ſur la Méridienne. Egalement ſi l'on poſe un ſtyle, où il y ait une plaque percée, en ſorte que le centre de ſon trou donne perpendiculairement ſur la Méridienne EM; le point de lumiere marquera Midi, lorſque ſon centre ſera ſur la Méridienne, & cela en tout temps. Cette méthode, toute méchanique qu'elle eſt, eſt très-bonne & très-ſûre, ſans s'embarraſſer ſi le plan eſt bien horiſontal.

347. La troiſieme méthode de tracer une Méridienne horiſontale s'exécutera par le calcul; mais il eſt eſſentiel que le plan ſoit parfaitement horiſontal & exactement dreſſé, ſans quoi tout ſeroit faux. *Pl.* 22. *Fig.* 59. Après avoir poſé un ſimple ſtyle, ou un ſtyle à plaque percée, on trouvera ſon pied avec ſoin; enſuite, à quelque heure que ce ſoit, vers les 7 ou 8, ou 9 heures du matin, ou dans la ſoirée, ſi l'on veut, on marquera un point, comme D, au centre de l'ovale de lumiere. On meſurera, avec les parties égales du compas à verge, la diſtance du point D au pied C du ſtyle, dont on meſurera auſſi exactement la hauteur. On écrira ces deux meſures de même que l'heure qu'il étoit à peu près, lorſque l'on a marqué le point D; enſuite on fera l'analogie ſuivante :

La diſtance de D à C
eſt au ſinus total,
comme la hauteur du ſtyle
eſt à la tangente de la hauteur du Soleil.

La hauteur du Soleil étant ainſi trouvée, & en ayant ſouſtrait la réfraction, pris le complément de cette hauteur, celui de l'élévation du pôle, & ayant examiné la déclinaiſon du Soleil pour le jour & l'heure à laquelle on a marqué le point D, on trouvera l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien, comme il a été enſeigné, art. 189. & 190. lequel étant connu, on menera une ligne CM du pied C du ſtyle, qui faſſe avec CD un angle DCM égal à l'angle fait par le vertical du Soleil avec le Méridien, du côté où elle doit être; cette ligne CM ſera la Méridienne.

Il eſt à propos, pour une plus grande ſûreté & préciſion, de prendre pluſieurs points d'ombre, ſoit le matin, ſoit le ſoir, & faire le même calcul ſur chacun. Nous ne répéterons pas la maniere de faire ce calcul, parce que nous en avons aſſez parlé dans les articles 189. & 190. Cette méthode de tracer une Méridienne eſt la plus commode de toutes, parce qu'on peut s'en ſervir en tout temps, en Hyver ou en Eté; elle eſt toujours également juſte.

Remarquez que ſi le plan n'eſt pas bien exact, & qu'il ſe trouve un enfoncement dans l'endroit où on a marqué le point de lumiere, on examinera, au moyen d'un bon niveau d'air, de combien de parties de l'échelle ce point D eſt plus bas que le point C du pied du ſtyle; on ajoutera ce nombre de parties que l'on aura trouvées à la hauteur du ſtyle. Enſuite on fera le calcul, comme nous l'avons dit. Si le point D eſt reconnu plus haut que le pied C du ſtyle, on ôtera du nombre des parties de la hauteur

du ſtyle, ce que l'on aura trouvé de plus au point D: le reſte ſe fera comme nous venons de l'enſeigner.

348. Quant aux grandes Méridiennes horiſontales que l'on trace dans des ſalles ſur le parquet, ou dans des Egliſes ſur le carreau, on les décrira de la maniere ſuivante:

Pl. 24. *Fig.* 62. On attachera une plaque A de fer ou de cuivre à la face du mur qui fait le côté d'une fenêtre, ou bien dans la fenêtre même, ôtant pour cela un paneau de vitre, ſi l'emplacement eſt fort élevé, ou un grand carreau de vitre, s'il n'eſt pas beaucoup élevé; on mettra à ſa place la plaque, qui aura 8 à 10 pouces en quarré, ou davantage, ſi elle eſt fort élevée. Le trou doit être d'une grandeur proportionnée à l'élévation de la plaque. En général plus elle eſt élevée, plus le trou doit être grand, même juſqu'à un pouce de diametre pour une grande élévation. Afin de bien déterminer la grandeur de ce trou, on pourra en eſſayer de pluſieurs diametres, au moyen de cartons que l'on préſentera en place, pour avoir un point de lumiere bien net & bien diſtinct. On peut mettre cette plaque au toît, ſi le local le demande, la plaçant horiſontalement ou en pente. Quoique la direction de la plaque ne ſoit pas quelque choſe d'eſſentiel, il eſt cependant plus avantageux de la poſer parallelement au cercle de 6 heures, ou à l'axe de la Terre, du moins à peu près.

349. Pour ſçavoir la hauteur à laquelle il faut poſer la plaque, eu égard à l'étendue de la chambre ou ſalle, ou Egliſe, dans laquelle on veut tracer la Méridienne, il faut meſurer avec le pied de Roi, ſi l'on veut, la longueur que l'on peut donner à cette Méridienne, en la prenant depuis le pied du ſtyle, qui eſt le point correſpondant directement & verticalement au deſſous du trou de la plaque. Cette meſure étant priſe, il s'agit de déterminer le point où doit tomber l'image du Soleil au ſolſtice d'Hyver, qui

qui eſt l'ombre la plus longue. Pour cela il faut ſçavoir la hauteur Méridienne du Soleil ; on la connoîtra par la différence entre l'élévation de l'Equateur dans le lieu où l'on eſt, & la déclinaiſon du Soleil. Si, par exemple, l'élévation de l'Equateur, (qui eſt toujours le complément de la hauteur du pôle,) eſt de 41° 9′ ; comme la déclinaiſon du Soleil au ſolſtice d'Hyver eſt de 23° 28′, la hauteur Méridienne du Soleil ſe trouvera de 17° 41′, qui eſt la différence entre 41° 9′ & 23° 28′. On trouvera donc la hauteur où doit être placée la plaque, ſçachant la hauteur Méridienne du Soleil par l'analogie ſuivante :

Le ſinus total
eſt à la tangente de la hauteur Méridienne du Soleil,
comme la longueur de la Méridienne
eſt à la hauteur de la plaque.

Si la Méridienne que l'on veut tracer a, par exemple, 24 pieds de longueur, on réſoudra ainſi cette analogie.

log. tangente de la hauteur Méridienne du Soleil, 17° 41′.	950355
logarithme du nombre 288 pouces, ou 24 pieds	245939
Somme & reſte . . .	1196294

qui eſt le logarithme de 92 pouces ou environ ; ce qui fait 7 pieds 8 pouces. C'eſt la hauteur cherchée où doit ſe trouver le trou de la plaque.

Si la hauteur du ſtyle ou du trou de la plaque eſt déterminée par la ſituation du local, & qu'on veuille ſçavoir la longueur de la Méridienne, on fera l'analogie ſuivante ;

Pl. 24. Fig. 62.

Le ſinus total
eſt à la tangente de l'élévation de l'Equateur,
comme la hauteur du trou de la plaque
eſt à la longueur de la Méridienne.

350. Il eſt à remarquer que pour meſurer la hauteur du ſtyle, ou la hauteur du trou de la plaque, il faut en connoître le pied, qui eſt le point du plan auquel répond directement & verticalement le trou de la plaque. Pour trouver ce pied, on bouchera le trou de la plaque avec du liége ou de la cire; on fera un petit trou au milieu du bouchon, à travers duquel on fera couler un fil avec un plomb pointu. Le point du plan où touchera la pointe du plomb, ſera le pied du ſtyle. Mais comme bien ſouvent le pied du ſtyle eſt embarraſſé par le bas de la fenêtre, voici le moyen de meſurer la hauteur du ſtyle, ou trou de la plaque, ſans avoir le pied du ſtyle.

On poſera horiſontalement, & ſur l'appui de la fenêtre, une regle de 2 ou 3 pieds de longueur, ou davantage, s'il le faut, dont un bout ſoit deſſous le plomb ſuſpendu au trou de la plaque, & l'autre bout au dedans de la ſalle. On mettra exactement cette regle de niveau; enſuite on meſurera la hauteur du trou de la plaque au deſſus d'un bout de la regle; & de l'autre bout, qui eſt dans la ſalle, on meſurera la diſtance depuis le deſſus de la regle juſques ſur le parquet. Ces deux meſures jointes ou additionnées enſemble, & exprimées en parties de l'échelle, feront la véritable hauteur du trou de la plaque. Nous ſuppoſons que le parquet eſt de niveau.

351. La plaque poſée & le local tout prêt, la meilleure maniere de tracer la Méridienne eſt de marquer un point X ſur le plan, au milieu du rayon

de lumiere qui vient du trou de la plaque, à l'inſtant de Midi. Si l'on tire une ligne droite qui paſſe par ce point X & ſur le pied du ſtyle, ce ſera la Méridienne, que l'on prolongera autant qu'il le faudra. Pour trouver l'inſtant de Midi, *voy. ci-après, art.* 361. *Pl.* 24. *Fig.* 62.

Si le pied du ſtyle ne paroît point ſur le parquet, mais qu'il ſoit plus élevé, comme ſur l'appui de la fenêtre, ou autre choſe, ou bien caché dans l'épaiſſeur du mur, on tendra un fil BX à ce point plus élevé, ou bien du centre du trou de la plaque A juſques ſur le parquet au point X, que l'on a marqué à l'inſtant de Midi; ce fil étant bien tendu en pente, on attachera un autre fil ED avec un plomb pointu D ſur le premier BX, auſſi près que l'on pourra de la fenêtre ou de la muraille. Le point *a*, où la pointe du plomb touchera le parquet ou le carreau, ſera celui vers lequel on tirera la ligne Méridienne MX*a* du point X, que l'on aura marqué à l'inſtant de Midi.

352. Cette maniere de tracer la Méridienne horiſontale n'exige point que le plan ſoit bien dreſſé, ni même de niveau. Mais pour tirer la ligne Méridienne, il ne convient pas de ſe ſervir d'une regle: on riſqueroit de ne pas mener une ligne aſſez droite. Il ſera mieux de ſe ſervir d'une ſoye, que l'on noircira ou blanchira avec de la craye; on la poſera bien tendue ſur deux cales, (pour qu'elle ne touche point le parquet, mais qu'elle en ſoit fort près;) on examinera ſi cette ſoye eſt bien préciſément ſur les deux points *a* & X au moyen d'une équerre; enſuite on la pincera comme font les Charpentiers lorſqu'ils tracent leurs ouvrages. C'eſt ainſi que la ligne Méridienne ſera parfaitement droite, puiſque la ſoye étant bien tendue aura marqué ſa trace ſur le plan, quoique d'ailleurs il s'y trouve des enfoncemens & élévations. On gravera cette trace d'une façon convenable.

On peut avoir quelquefois des raiſons pour ne pas graver réellement la ligne Méridienne ſur le parquet ou le carreau, ſoit parce qu'on ne voudra pas que cette ligne paroiſſe, ſoit que le ſol ne ſoit pas propre à être gravé avec préciſion, &c. En ce cas, il eſt d'uſage de planter ſur le parquet ou le carreau, un piton de fer ou de cuivre aux deux extrémités de la Méridienne, fort près du mur. Quand on veut voir l'heure du Midi, on tend un fil d'un piton à l'autre; c'eſt pour lors une Méridienne. Et afin que ce fil puiſſe être placé avec préciſion, on fera une petite entaille ou fente ſur le bout ſupérieur de chaque piton, & c'eſt dans ce cran qu'on poſera le fil. Quant à la hauteur des pitons, on fera en ſorte que le fil y étant tendu, il ne puiſſe point toucher le plancher. On obſervera de faire ces crans ou entailles ſur les pitons avec ſoin, pour qu'ils répondent exactement ſur la Méridienne, que l'on aura auparavant tracée au moyen de la ſoye noircie ou blanchie, comme nous avons dit ci-deſſus. Quand on aura vû l'heure de Midi, on pourra ôter ce fil, qui ne ſervira que lorſqu'on voudra connoître l'heure de Midi. Cette Méridienne eſt ordinairement nommée *Méridienne filée.*

353. Si on ne peut être aſſuré du moment de Midi par quelque bon Cadran ſolaire, ou autrement, on tracera au voiſinage une Méridienne horiſontale, comme nous l'avons décrit, art. 334 & ſuivans. Des trois méthodes que nous avons données, on ſuivra celle que l'on voudra, ou bien l'on aura recours à l'art. 361, pour connoître le moment de Midi par le calcul.

354. Si le plan ſur lequel on veut décrire la Méridienne étoit bien dreſſé & bien horiſontal, on pourroit la tracer par des cercles concentriques, comme nous l'avons dit ci-devant, quand même le pied du ſtyle ne ſeroit pas ſur le plan. En ſuppoſant

que le point du pied du ſtyle eſt ſur l'appui d'une fenêtre, on peut s'en ſervir comme centre, & tracer ſur le parquet pluſieurs demi-cercles; prendre les points de lumiere du trou de la plaque correſpondans ſur chaque circonférence, & faire le reſte, comme nous l'avons dit; employer même la correction des articles 343 & 344, ſi le cas y écheoit.

355. Si le jambage ou côté d'une fenêtre étoit parfaitement à plomb & bien droit, on pourroit s'en ſervir pour tracer une Méridienne. On n'auroit qu'à marquer ſur le plancher toute la trace de l'ombre de ce jambage de fenêtre au moment de Midi; ce ſeroit une Méridienne qui n'exige pas non plus que le plan ſoit bien dreſſé ni bien horiſontal; mais il eſt néceſſaire que le côté de la fenêtre ſoit bien droit & bien à plomb, ſans quoi cette Méridienne ſeroit fauſſe en certains temps de l'année. Remarquez que cette Méridienne ne ſeroit pas propre à marquer des heures, ſi l'on vouloit y en joindre quelqu'une.

SECTION II.

Méridienne verticale.

356. Comme il convient de ſe regler toujours ſur la grandeur du plan où l'on veut tracer une Méridienne, il faut voir la longueur que l'on peut donner à cette ligne, qui ſe trouvera toujours verticale, lorſque le plan eſt bien vertical. Plus on la fera longue, plus on aura de préciſion. Pour ſçavoir quelle hauteur on donnera au ſtyle, ou plaque percée, ſelon la longueur que l'on peut donner à la Méridienne, on fera l'analogie ſuivante :

La tangente de la hauteur Méridienne du Soleil
est au sinus total,
comme la longueur de la Méridienne
est à la hauteur du style.

Supposons que le plan vertical soit assez haut pour pouvoir donner 15 pieds ou 2160 lignes de longueur à la ligne Méridienne, à compter depuis le pied du style jusqu'au bas de la ligne où le point de lumiere doit aller au solstice d'Eté. Ce jour-là le Soleil a 23° 28′ de déclinaison septentrionale, qu'il faut ajouter à l'élévation de l'Equateur, que nous supposons être de 45° 10′; ce qui fait 68° 38′: c'est la hauteur Méridienne du Soleil ce jour-là.

Sinus total	1000000
log. du nombre 2160 lig.	333445
Somme	1333445
dont il faut ôter le log. tangente de 68° 38′, qui est	1040757
Reste	292688

qui est le logarithme de 845 lignes; ce qui fait 5 pieds 10 pouces 5 lignes que l'on donnera à la hauteur du style, à compter depuis son pied (sur le mur) jusqu'au trou de la plaque, qu'il faut attacher à un gros cercle de fer bien rivé, sur trois bons supports de fer scellés dans le mur, à peu près comme l'on voit dans la Fig. 79. Pl. 16. Cette plaque peut être posée parallelement au mur ou à l'axe de la terre; sa situation n'est pas essentielle. On trouvera le pied du style, comme nous l'avons dit ailleurs, sur lequel on tirera une ligne horisontale & une verticale, supposé que ces deux lignes soient nécessaires, comme nous le dirons ci-après.

Pl. 16. *Fig.* 79.

357. Si la hauteur du ſtyle eſt déterminée, on ſera l'analogie ſuivante, pour trouver la longueur de la Méridienne :

Le ſinus total
eſt à la tangente de la hauteur Méridienne du Soleil,
comme la hauteur du ſtyle
eſt à la longueur de la Méridienne.

laquelle ſe comptera du pied du ſtyle juſqu'au point inférieur où elle ſe termine.

358. Nous donnerons deux méthodes pour tracer la Méridienne verticale; voici la premiere.

On marquera le point du plan ſur lequel tombe le centre de lumiere, qui vient du trou de la plaque à l'inſtant du Midi, qu'on ſuppoſe connu. Si on tire une verticale qui paſſe par ce point, & ſuffiſamment prolongée, ce ſera la Méridienne. Cette méthode de tracer une Méridienne eſt la plus facile; elle eſt bonne, ſoit que le plan décline ou qu'il ne décline point : mais nous entendons toujours qu'il ſoit bien vertical, du moins à l'endroit où la ligne Méridienne eſt décrite.

359. Mais ſi le plan eſt tant ſoit peu, ou même beaucoup en pente, qu'il ſoit déclinant ou non déclinant, on ſuſpendra un plomb à un fil au centre du trou de la plaque; & à l'inſtant de Midi, on marquera deux points ſur le plan, un à chaque extrémité de l'ombre du fil : on tracera une ligne ſur le plan d'un point à l'autre, prolongée autant qu'il le faudra. Cette Méridienne ſe trouvera d'autant plus oblique, que le plan ſera plus en pente & déclinant. Si le plan n'eſt pas droit, qu'il y ait des ornemens d'architecture ſaillans ou enfoncés, &c. on marquera un nombre de points ſur toute la trace de l'ombre du fil, ſe faiſant aider par pluſieurs perſonnes. Enſuite

Pl. 10. *Fig.* 41. on menera la ligne Méridienne qui passe par tous ces points : elle sera tortueuse ou courbe, selon la configuration du plan. Cette méthode est la meilleure & la plus facile pour les plans irréguliers.

360. Pour la seconde méthode, il faut commencer par chercher la déclinaison du plan ; à cet effet, on fera tout ce que nous avons dit aux art. 185 & suiv. laquelle déclinaison étant trouvée, on tirera une ligne du centre diviseur D vers L, qui fasse avec la verticale PD un angle PDL égal à la déclinaison du plan ; le point L, où la ligne DL coupe l'horisontale, est celui sur lequel doit passer la Méridienne CLM.

Pour trouver par le calcul ce point L, on fera l'analogie suivante, supposant toujours qu'on connoisse la déclinaison du plan :

Le sinus total
est à la tangente de la déclinaison du plan,
comme la hauteur du style
est à la distance du pied P *du style au point* L, par où doit passer la Méridienne.

Supposons la déclinaison du plan de 30°, & la hauteur du style de 5645 parties ; voici le calcul.

log. tangente de 30°	976144
log. du nombre naturel 5645	375166
Somme & reste . . .	1351310

qui est le logarithme de 3259 parties ; c'est la distance sur l'horisontale du point P au point L, par où doit passer la Méridienne, qu'on placera à droite de la verticale aux plans déclinans du Midi à l'Orient, & à la gauche aux déclinans vers l'Occident.

361. Avant que de finir cette Section, nous donnerons la maniere de trouver l'heure qu'il est, & même le moment précis de Midi par le calcul ; ce

qui ſera d'un grand ſecours en pluſieurs occaſions, où il ſera néceſſaire de s'aſſurer du moment de Midi pour tracer une Méridienne, ou regler une pendule, &c. Ce calcul eſt preſque abſolument le même que celui qu'il faut faire pour trouver la déclinaiſon du plan. Mais on n'a pas beſoin d'avoir l'angle du vertical du Soleil avec le plan vertical; celui de la hauteur du Soleil ſuffit. On peut le trouver par un point d'ombre ou de lumiere ſur un plan horiſontal ou vertical, ou par le moyen d'un graphometre, ou par un demi-cercle aſſez grand, &c.

On meſurera à l'ordinaire le point de lumiere, comme nous avons dit art. 347, pour le plan horiſontal, & art. 187, pour le plan vertical; mais il eſt eſſentiel d'écrire l'heure & la minute qu'il eſt bien préciſément au moment où l'on marque le point de lumiere; il ne faut même être éloigné de Midi que de deux heures au plus. On peut le marquer depuis 10 heures du matin juſqu'à 11 heures & demie.

Suppoſons donc que l'on a marqué un point de lumiere ſur le plan à 11 heures 15 minutes préciſes de la montre dont on ſe ſert, (il n'eſt pas néceſſaire qu'elle ſoit bien miſe à l'heure,) ce ſera le 13 Novembre 1758. Le Soleil ce jour-là à Midi décline de $18^{\circ}\ 3'$, dont nous retrancherons une minute, parce qu'il n'eſt pas encore Midi, & qu'on en eſt éloigné d'environ une heure. Il faut ajouter 90° à $18^{\circ}\ 2'$, parce que la déclinaiſon eſt méridionale; ce qui ſera $108^{\circ}\ 2'$, qui ſera la diſtance du Soleil au pôle.

Suppoſons que le calcul nous ait donné la hauteur du Soleil de $25^{\circ}\ 55'$, dont il faut ôter la réfraction, qui eſt $2'$: reſtera $25^{\circ}\ 53'$ pour la véritable hauteur du Soleil, dont il faut prendre le complément, qui eſt $64^{\circ}\ 7'$; c'eſt la diſtance du Soleil au Zénit. Nous ſuppoſons le complément de la hauteur du pôle $45^{\circ}\ 5'$.

Ajoutez enſemble les trois choſes ſuivantes:

1°. Le complément de la hauteur du pôle	45°	5′
2°. La distance du Soleil au Zénit . . .	64°	7′
3°. La distance du Soleil au pôle	108°	2′
Somme . . .	217°	14′
Moitié de la somme . . .	108°	37′

Otez de cette moitié de la somme séparément . . . . 45° 5′

Reste . . . 63° 32′

qui sera le premier excès.

Otez de la même moitié les 64° 7′ : restera 44° 30′, qui sera le second excès.

Otez encore de la même moitié les 108° 2′ : restera 0° 35′, qui sera le troisieme excès.

Ajoutez ensemble les log. sinus de ces trois excès; sçavoir, de 63° 32′, de 44° 30′, & de 0° 35′,

995192
984566
800779

Somme . . . 2780537

dont il faut extraire le log. sinus de 108° 37′, c'est-à-dire, de son supplément, qui est 71° 23′ 997666

Reste . . . 1782871

dont il faut prendre la moitié, qui est . . 891435

à laquelle il faut ajouter le logarithme sinus total 1000000

Somme . . . 1891435

Ici au lieu de soustraire, comme à l'ordinaire, de cette somme le log. sinus de la troisieme différence ou troisieme excès, c'est le log. sinus du second excès qu'il faut ôter; c'est 984566

Reste . . . 906869

qui est le log. tangente de la moitié de l'angle du vertical du Soleil avec le Méridien ; c'est 6° 41′ qu'il faut doubler : ce qui sera 13° 22′, que l'on réduira en temps, à raison de 15° par heure, & de 15′ de dégré pour une minute d'heure ; cela sera 53′ 28″, qu'il faut ôter de 12 heures, parce que le point de lumiere a été marqué avant Midi ; ce sera 11 heures 6′ & 32″, qui est la véritable heure, à l'instant où l'on a marqué le point de lumiere ; & comme il étoit pour lors 11 heures 15′ à la montre, il s'ensuit que la montre étoit avancée de 8 minutes 28 secondes. On n'aura donc qu'à la retarder de 8 minutes 28 secondes, & la montre sera parfaitement à l'heure du Soleil. Comme on ne sera pas loin de Midi, parce qu'il a fallu un peu de temps pour faire le calcul, on peut s'assurer que la montre, si médiocre qu'elle soit, ne peut avoir avancé ou retardé sensiblement dans si peu de temps ; ainsi on pourra marquer un point sur le plan en toute sûreté, au moment qu'il sera Midi à la montre : une montre à secondes est très-commode pour cela ; on aura plus de précision.

SECTION III.

Maniere de joindre quelques lignes horaires à une Méridienne, soit horisontale, soit verticale.

362. ON est quelquefois bien aise de joindre quelques lignes horaires à une Méridienne, soit horisontale, soit verticale ; cela est même utile & fort commode en bien des occasions : voici comment il faut s'y prendre, premierement pour la Méridienne horisontale.

Il faut trouver le centre du Cadran ; pour cela, *Pl. 24. Fig. 63.*

tirez la ligne indéfinie CM ſur un plan à part, autre que celui où eſt la Méridienne déjà tracée. Cette ligne CM vous repréſentera la Méridienne. Placez à volonté le point P ſur cette ligne, qui ſera le pied du ſtyle. Sur ce point P élevez une perpendiculaire PS ſur la ligne CM. Meſurez ſur le plan où eſt déjà la Méridienne, la hauteur du trou de la plaque, autrement dit la hauteur du ſtyle, & portez cette hauteur ſur le plan à part de P à S; ce ſera la hauteur du ſtyle. Sur le point S tirez la ligne SC, qui faſſe avec la ligne SP un angle égal au complément de la hauteur du pôle ſur l'horiſon du lieu où l'on eſt. Le point C où la ligne SC rencontrera la Méridienne CM, ſera le centre du Cadran.

363. On peut trouver le centre C du Cadran avec plus de préciſion par le calcul, & voici l'analogie :

Le ſinus total
eſt à la tangente du complément de la hauteur du pôle,
Pl. 24. Fig. 63. & 62.
comme la hauteur du ſtyle
eſt à la diſtance du pied P *du ſtyle au centre* C *du Cadran.*

364. Aux grandes Méridiennes horiſontales, il eſt rare que le pied du ſtyle ſoit ſur le carreau ou le parquet; il eſt bien ſouvent caché dans l'épaiſſeur de la muraille, ou autrement embarraſſé; en ce cas, ſuſpendez un plomb par un fil, auſſi près que vous pourrez du trou de la plaque, faiſant en ſorte qu'étant bien libre & en repos, ſa pointe touche ſur la Méridienne déjà tracée; meſurez la diſtance horiſontale du trou de la plaque au fil, & portez cette diſtance ſur le plan à part du point P au point *a*. Marquez auſſi ſur la Méridienne déjà tracée le point *a* où le plomb aura touché. Comme on a déjà porté

la distance du fil au trou de la plaque de *a* en P, on élevera sur le point P la perpendiculaire PS, comme nous avons dit art. 362, & on fera tout le reste de même. *Pl. 24. Fig. 63. & 62.*

365. Lorsqu'on aura trouvé le point C centre du Cadran, il sera aisé de trouver & de tracer les angles horaires que l'on voudra, soit géométriquement, comme à l'art. 123, soit par le calcul, art. 132, 133, &c. Quand on aura tracé toutes les lignes horaires que l'on voudra sur le plan à part, on y prolongera de part & d'autre de la Méridienne la perpendiculaire SP; ou si le pied du style ne paroît pas sur le plan où est la Méridienne, on prolongera la perpendiculaire *d a*, afin qu'elle coupe toutes les lignes horaires. On tirera une autre perpendiculaire *f g*, prolongée de part & d'autre vers le bas M de la Méridienne CM; de sorte qu'elle coupe également les lignes horaires. On prendra toutes les mesures ou tous les points d'intersection des lignes horaires avec la perpendiculaire *d b* sur une regle bien mince, que l'on posera bien juste sur la perpendiculaire *b d;* on en fera autant sur l'autre perpendiculaire *f g* au bas M de la Méridienne; & après avoir mesuré exactement la distance d'une perpendiculaire à l'autre *a* M, on portera toutes ces mesures & points sur la Méridienne, en y tirant les mêmes perpendiculaires, sur lesquelles on marquera les points horaires; ensuite on tirera des lignes d'un point à l'autre point correspondant, que l'on prolongera autant qu'il le faudra; ce seront les lignes horaires. Si le point P n'est point sur le plan où est la Méridienne, on tirera la perpendiculaire *d b*, qui passe sur le point *a*, que le plomb aura marqué. Il faut observer que toutes les lignes horaires, sans en excepter une seule, doivent être aussi longues que la Méridienne, autrement le point de lumiere ne les atteindroit pas en certains temps de l'année; car

il n'en est pas d'un style comme d'un axe. On doit être averti que cette méthode n'est bonne que dans le cas où le plan horisontal est parfaitement de niveau & bien dressé; sans cela les lignes horaires seroient fausses : mais non pas la Méridienne qui n'exige point un plan parfait. Ce n'est pas qu'il ne soit possible de tracer ces lignes horaires sur des plans horisontaux irréguliers; mais il faudroit dans ce cas faire un nombre d'opérations, que peu de personnes sont en état d'exécuter, & dont par conséquent nous ne parlerons pas. Les lignes horaires devroient être d'autant plus tortueuses, que le plan seroit imparfait.

Pl. 11. *Fig.* 42. 366. Si l'on veut joindre quelques lignes horaires à une Méridienne verticale, il faut commencer par trouver le pied du style; tirer la verticale du plan & l'horisontale; prendre la hauteur du style, que l'on portera sur la verticale du pied P du style en D, qui sera le centre diviseur de l'horisontale. On connoîtra la déclinaison du plan, si l'on tire une ligne de D au point L, où la Méridienne coupe l'horisontale; l'angle PDL sera la déclinaison du plan. Pour connoître la valeur de cet angle, on s'y prendra comme il est dit art. 179 ou 180, ou mieux par le calcul, art. 181. Ensuite pour trouver le centre du Cadran, on prendra la longueur de la ligne DL, que l'on portera sur l'horisontale de L à H, & du point H on tirera une ligne HC, qui fasse avec la ligne HL l'angle LHC égal à la hauteur du pôle sur l'horison du lieu. Le point C où la ligne HC rencontrera la Méridienne CM, sera le centre du Cadran, duquel on tirera la ligne CPB, qui passe sur le pied P du style; ce sera la soustylaire. On fera le reste comme il est dit dans l'art. 197; moyennant quoi on tracera les lignes horaires que l'on voudra, aux côtés de la Méridienne.

367. Il sera mieux de faire tout cela par le cal-

cul. Après avoir donc trouvé la déclinaiſon du plan, on fera l'analogie ſuivante pour trouver le centre du Cadran :

Le ſinus total
eſt à la tangente de la hauteur du pôle,
comme la longueur de la ligne DL
eſt à la diſtance ſur la Méridienne du point L *juſqu'au centre* C *du Cadran.*

Du centre C du Cadran on tirera la ligne CPB, qui paſſe ſur le pied P du ſtyle; ce ſera la ſouſtylaire; enſuite on cherchera les trois angles fondamentaux par les analogies des art. 201, 202, 203 & 204; leſquels étant trouvés, on calculera les angles horaires, comme il eſt dit aux art. 205, 206, &c.

368. On peut marquer aux côtés de la Méridienne, ſoit horiſontale, ſoit verticale, juſqu'à deux heures avant & après Midi, avec les minutes de cinq en cinq. On fera bien de tracer auſſi une ligne horaire d'une minute avant & après Midi, ſi la Méridienne eſt aſſez grande pour cela; mais il faut toujours obſerver (365) que toutes ces lignes horaires, quelles qu'elles ſoient, doivent être auſſi longues que la Méridienne (365). On pourra les diſtinguer ſoit par une couleur différente, ſoit par des points, ou en les faiſant d'une différente groſſeur, &c.



SECTION IV.

Méridienne horiſontale & verticale du temps moyen.

369. NOUS commencerons par expliquer ce que l'on doit entendre par *temps moyen*. On diſtingue deux ſortes de temps, *le temps vrai* & *le temps moyen*. Pour concevoir la différence qu'il y a entre l'un & l'autre, il eſt à remarquer que les jours naturels ne ſont pas égaux entr'eux. On entend par jour naturel, la durée d'une révolution apparente du Soleil d'Orient en Occident, telle que nous la voyons du moment de Midi juſqu'au moment de Midi du jour ſuivant. Or ce qui fait que les jours naturels ne ſont pas égaux entr'eux, c'eſt que le Soleil n'avance pas toujours également vers l'Orient par rapport à l'Equateur; plus il avance, plus le jour eſt long, parce qu'il eſt plus long-temps à revenir au Méridien. Il y a deux cauſes de l'inégalité de ce mouvement apparent du Soleil rapporté à l'Equateur : je dis rapporté à l'Equateur; car quoique le Soleil ſoit mû ſur l'écliptique, il faut toujours le rapporter à un point de l'Equinoxiale, déterminé par le cercle de déclinaiſon, qui paſſe par le Soleil, puiſque ce point eſt l'interſection de ce cercle avec l'Equinoxial. La premiere des deux cauſes eſt que le mouvement apparent du Soleil ſur l'écliptique n'eſt pas toujours le même; il a plus de vîteſſe vers le *périgée* que vers l'*apogée*. La ſeconde cauſe eſt l'obliquité de l'écliptique; car quand même le Soleil parcourroit tous les jours des parties égales de ce cercle, il n'avanceroit pas néanmoins également par rapport à l'Equateur, parce que tous les dégrés de l'écliptique-

l'Ecliptique ne répondent pas chacun à un dégré de l'Equateur.

Cela posé, le temps vrai que l'on nomme aussi *apparent*, est mesuré par le mouvement apparent du Soleil d'Orient en Occident, tel qu'il est en effet, & tel que le marquent tous les Cadrans solaires. Le temps moyen est celui que l'on conçoit s'écouler toujours uniformément & d'une maniere toujours égale ; de sorte qu'une pendule bien reglée étant mise sur l'heure du Soleil un certain jour de l'année, ne se rencontrera plus avec le Soleil qu'à pareil jour de l'année suivante : tous les autres jours elle s'en trouvera différente, parce que le Soleil ne paroît pas avoir un mouvement égal & uniforme ; au lieu que celui de la pendule ne peut être que toujours égal. Par exemple, si l'on met la pendule à Midi du Soleil le premier Novembre, elle avancera tous les jours sur le Soleil, selon une gradation connue, en sorte que le 10 Février suivant, l'heure de la pendule précédera l'heure vraye du Soleil de 31 minutes 5 secondes. Après le 10 Février, la différence diminuera chaque jour ; en sorte que le 15 Mai, l'heure moyenne, c'est-à-dire, celle de la pendule, n'avancera plus sur le Soleil que de 12 minutes 8 secondes. Après le 15 Mai la différence ira toujours en augmentant, en sorte que le 26 Juillet, l'heure moyenne avancera sur l'heure vraye de 22 minutes 15 secondes. Après le 26 Juillet, la différence ira toujours en diminuant ; en sorte que le premier Novembre l'heure du temps moyen, ou de la pendule, se rencontrera avec l'heure vraye du Soleil.

370. On appelle *équation du temps* ou *de l'horloge*, la différence qu'il y a chaque jour entre le mouvement vrai du Soleil, ou sa révolution inégale de chaques 24 heures, & la marche toujours égale & réguliere d'une bonne pendule. Comme il y a tous les jours une différence réelle, on en a composé des

Tables, qui marquent chaque jour de combien de secondes l'heure vraye précéde ou suit celle de la pendule à Midi de chaque jour; c'est ce que l'on appelle la *Table des équations.*

371. Il faut observer que le temps, dont l'heure marquée à la pendule devance l'heure du Soleil, est quelquefois de plus de demi-heure, ainsi que nous venons de l'expliquer. Cette différence a paru trop considerable pour l'usage civil. On a cherché un expédient pour rapprocher ou tenir plus près l'une de l'autre, l'heure vraye & l'heure moyenne.

Cet expédient a été de ne plus mettre la pendule d'accord avec le Soleil le premier Novembre à Midi; mais au contraire de mettre ce jour-là la pendule sur 11 heures 43′ 44″, lorsqu'il est Midi au Soleil.

Par ce moyen la pendule avance quelquefois sur le Soleil, & quelquefois le Soleil avance sur la pendule; mais aussi l'heure moyenne n'avance jamais sur l'heure vraye que de 14′ 49″, & ne peut retarder sur l'heure vraye que de 16′ 16″, comme on peut le voir dans le livre de la *Connoissance des Temps*, à la cinquieme colomne de la seconde page de chaque mois, intitulée : *Temps moyen au Midi vrai*, où l'on a marqué pour tous les jours de l'année quelle doit être l'heure à la pendule reglée sur le temps moyen, quand il est Midi vrai au Soleil. Ce que nous venons de dire regarde principalement la pendule à secondes, qui est d'une justesse supérieure à toutes les autres.

372. Il y a quatre momens dans l'année auxquels le temps moyen & le temps vrai concourent l'un avec l'autre. L'équation pour lors est nulle. Cela arrive vers le 15 Avril, le 15 Juin, le 30 Août & le 23 Décembre.

373. Puisque le temps moyen précede quelquefois le temps vrai, & qu'il le suit quelquefois, il s'ensuit nécessairement que la ligne Méridienne du temps

Pl. 25. *Fig.* 64.

moyen doit passer de côté & d'autre de celle du temps vrai, & qu'elle doit serpenter autour de cette ligne; aussi a-t-elle à peu près la figure d'un 8 de chiffre fort allongé, & coupé en quatre points par la Méridienne du temps vrai, qui est toujours une ligne droite, quand elle est tracée sur un plan droit. Ces quatre points d'intersection des deux Méridiennes, sont pour les quatre momens de l'année auxquels ces deux temps se rencontrent.

& *Pl.* 27. *Fig.* 67.

374. Il paroît par cette figure de la Méridienne du temps moyen, que le point de lumiere qui vient du trou de la plaque, passe une fois dans un jour sur un côté de la ligne courbe, & le même jour sur la courbe de l'autre côté opposé. Or il n'y a qu'une de ces deux branches qui marque le Midi moyen pour un certain temps de l'année, & l'autre branche le marque pour une autre saison.

375. La Méridienne du temps moyen est fort utile, & très-commode pour regler une montre, une pendule ou une horloge avec grande facilité, sans être obligé d'avoir recours aux Tables d'équation, qui causent souvent quelque embarras à ceux qui ne conçoivent pas bien la différence du temps moyen & du temps vrai. La Méridienne du temps moyen a été imaginée pour cet usage; car si on met un jour quelconque la pendule à Midi précis, au moment où le point de lumiere du trou de la plaque tombe sur la courbe du mois où l'on est; si cette pendule est bien reglée, elle doit toujours suivre le Midi du temps moyen, lorsque le point de lumiere se rencontre sur la suite de la même courbe, & cela d'un bout de l'année à l'autre. Ainsi on pourra regler une pendule immédiatement sur la Méridienne du temps moyen; ce qui est bien plus simple que d'avoir recours à d'autres expédiens, qui demandent plus d'intelligence.

Avant de rien faire, il est nécessaire de s'assurer

que le plan horiſontal qu'on deſtine à la Méridienne du temps moyen ſoit bien de niveau & bien dreſſé; ſans quoi les opérations dont nous allons parler ſeront d'autant plus fauſſes, que le plan ſera plus imparfait.

376. Pour décrire la Méridienne horiſontale du temps moyen, il faut commencer par tracer à l'ordinaire celle du temps vrai, comme nous l'avons dit dans la premiere Section de ce Chapitre, art. *348.* & ſuivans; car nous entendons parler de la grande Méridienne horiſontale, que l'on trace ſur le parquet ou ſur le carreau, dans des ſalles ou dans des Egliſes. Il n'y a gueres que celle-là ſur laquelle on trace la Méridienne du temps moyen. Aux deux côtés de la Méridienne du temps vrai, on tirera une ligne horaire d'un quart d'heure, c'eſt-à-dire, la ligne horaire de 11 heures 3 quarts & de Midi un quart. Pour cela, on ſuivra, ſi l'on veut, la méthode de l'art. *362.* & ſuiv.

377. On cherchera ſur la Méridienne du temps vrai, les points auxquels répondent les dégrés des ſignes du Zodiaque de trois en trois dégrés. Voici comment il faut s'y prendre.

Pl. 16. Sur le plan où eſt la Méridienne, ou bien ſur un
Fig. 44. plan à part, tirez une ligne droite PM, qui repréſentera la Méridienne. Elevez la perpendiculaire PS, qui repréſentera la hauteur du ſtyle. Du point S, comme centre, & du rayon convenable à votre échelle des cordes, ou à votre échelle des parties égales, vous décrirez l'arc PX, ſur lequel vous prendrez tous les angles des ſignes en cette ſorte : tirez la ligne SB, qui faſſe l'angle PSB égal à l'élévation du pôle ſur l'horiſon du lieu; & vous aurez ſur la Méridienne PM le point B, qui ſera le premier dégré du Bélier & de la Balance. Tirez la ligne SC, qui faſſe avec CSB un angle de 23° 28′, & vous aurez le premier dégré du Tropique du Cancer. Tirez la

ligne SM, qui faſſe également avec la ligne SB un angle BSM de 23° 28′, & vous aurez le premier dégré du Tropique du Capricorne; enſuite tirez la ligne SD, qui faſſe avec la ligne SB un angle DSB de 20° 11′, & vous aurez le premier dégré du Sagittaire & du Verſeau. Tirez la ligne SE, qui faſſe avec SB un angle BSE de 11° 29′, & vous aurez le premier dégré du Scorpion & des Poiſſons. Tirez la ligne SF, qui faſſe avec SB un angle BSF de 11° 29′, & vous aurez le premier dégré du Taureau & de la Vierge. Tirez la ligne SG, qui faſſe avec SB un angle BSG de 20° 11′, & vous aurez le premier dégré des Gemeaux & du Lion. Voilà donc le premier dégré ou le dernier de chaque ſigne du Zodiaque marqué ſur la Méridienne. Ces dégrés doivent toujours ſe compter depuis la ligne SB, qui repréſente l'Equateur.

378. Il s'agit préſentement de marquer ſur la Méridienne les dégrés particuliers de chaque ſigne de trois en trois. Nous ne le marquerons ſur la figure que de 15 en 15, à cauſe de ſa petiteſſe. Ainſi pour avoir le 15e dégré du Cancer, tirez la ligne SO, qui faſſe avec SB l'angle OSB de 22° 38′. Pour avoir le 15e dégré des Gemeaux & du Lion, tirez la ligne SN, qui faſſe avec SB un angle BSN de 16° 21′. Pour avoir le 15e dégré du Taureau & de la Vierge, tirez la ligne SL, qui faſſe avec SB un angle BSL de 5° 55′. On en fera de même pour avoir le point K & le point I: c'eſt ainſi que l'on continuera, marquant ſur la Méridienne les dégrés de trois en trois, comme ils ſont indiqués dans la Table ſuivante.

 Table de la déclinaiſon du Soleil aux dégrés de l'Ecliptique pris de trois en trois.

Dégrés des ſignes.	Declinaison du Soleil.	Dégrés des ſignes.	Declinaison du Soleil.	Dégrés des ſignes.	Declinaison du Soleil.
L'Ecreviſſe, 23° 28'.		Le Taur. La Vierge.		Le Scorp. Les Poiſ.	
3°	23° 26'	3°	10° 25'	3°	12° 32'
6	23 20	6	9 19	6	13 32
9	23 10	9	8 12	9	14 31
12	22 56	12	7 14	12	15 27
15	22 38	15	5 55	15	16 21
18	22 16	18	4 45	18	17 13
21	21 50	21	3 34	21	18 2
24	21 20	24	2 23	24	18 48
27	20 47	27	1 12	27	19 31
30	20 11	30	0 0	30	20 11
Les Gém. Le Lion.		Le Bélier. La Balan.		Le Sagit. Le Verſ.	
3°	19° 31'	3°	1° 12'	3°	20° 47'
6	18 48	6	2 23	6	21 20
9	18 2	9	3 34	9	21 50
12	17 13	12	4 45	12	22 16
15	16 21	15	5 55	15	22 38
18	15 27	18	7 4	18	22 56
21	14 31	21	8 12	21	23 10
24	13 32	24	9 19	24	23 20
27	12 32	27	10 25	27	23 26
30	11 29	30	11 29	30	23 28
Le Taur. La Vierge.		Le Scorp. Les Poiſ.		Le Capricorne.	

Cette Table n'eſt faite que pour marquer les points des ſignes du Zodiaque ſur la Méridienne. La premiere colomne déſigne les dégrés de chaque ſigne de trois en trois; & la ſeconde contient les dégrés de la déclinaiſon du Soleil correſpondans. La troi-

ſieme colomne eſt la ſuite de la premiere, comme la cinquieme l'eſt de la troiſieme; en ſorte que les deux ſecondes colomnes ſont la ſuite des deux premieres, & les deux troiſiemes ſont la ſuite des deux ſecondes. Ce ſont les points des dégrés de la déclinaiſon du Soleil contenus dans les ſecondes colomnes, qu'il faut marquer ſur la Méridienne PM. *Pl.* 16. *Fig.* 44.

Il n'eſt pas néceſſaire, dans la pratique, de tirer réellement les lignes SC, SO, SG, &c. Il ſuffira de marquer ſur la Méridienne les interſections que ces lignes doivent faire ſur elle; ce qui s'exécutera en appliquant une regle ſur le point S, & qui paſſe ſur le dégré de l'arc PX dont il s'agira, & on ne fera qu'une petite interſection ſur la Méridienne, au point où la regle indiquera.

379. Mais il y aura moins d'embarras, & on operera plus juſte, en cherchant par le calcul les points des dégrés des ſignes du Zodiaque ſur la Méridienne. Pour cela il faut ſçavoir la hauteur Méridienne du Soleil à chaque dégré de ſigne; or pour avoir la hauteur Méridienne du Soleil, il faut ajouter ſa déclinaiſon au complément de la hauteur du pôle; la ſomme fait la hauteur Méridienne du Soleil. Par exemple, au 9ᵉ dégré du Cancer la déclinaiſon du Soleil eſt de 23° 10′, qu'il faut ajouter au complément de la hauteur du pôle, que nous ſuppoſons de 45° 10′; ce ſera 68° 20′, qui donneront la hauteur Méridienne du Soleil; & cela, ſuppoſé que la déclinaiſon du Soleil ſoit ſeptentrionale : mais ſi elle eſt méridionale, la hauteur Méridienne du Soleil ſera égale à l'excès ou à la différence entre le complément de l'élévation du pôle & la déclinaiſon du Soleil. Lorſque le Soleil eſt à l'Equateur, ſa hauteur Méridienne eſt égale à l'élévation de l'Equateur, qui eſt toujours le complément de l'élévation du pôle. Cela poſé, on fera l'analogie ſuivante :

Le sinus total
est à la tangente du complément de la hauteur Méridienne du Soleil,
comme la hauteur du style
est à la distance du pied du style, jusqu'au point du dégré du signe sur la Méridienne.

Exemple : supposons que l'on veuille marquer sur la Méridienne le point du 21e dégré du Cancer. La déclinaison du Soleil est pour lors septentrionale, puisqu'elle l'est depuis le Cancer jusqu'au Bélier & la Balance; & depuis le Bélier & la Balance, elle est méridionale. Au 21e dégré du Cancer la déclinaison du Soleil est de 21° 50′, qu'il faut ajouter à 45° 10′ complément de la hauteur du pôle; la somme sera 67°, dont le complément 23° sera la hauteur Méridienne du Soleil. Supposons la hauteur du style de 15 pieds, qui font 2160 lignes.

log. tangente de 23°	962785
log. du nombre naturel 2160	333445
Somme & reste . . .	1296230

qui est le log. de 917 lignes; ce qui fait 6 pieds 4 pouces 5 lignes; ce sera la distance du point P sur la Méridienne jusqu'au point du 21e dégré du signe du Cancer.

Autre exemple : supposons que l'on veuille marquer sur la Méridienne le point du 27e dégré du Sagittaire & du Verseau. La déclinaison du Soleil est alors méridionale, & de 23° 26′ : ôtez-les de 45° 10′; restera 21° 44′, dont le complément est 68° 16′.

log. tangente de 68° 16′	1039944
log. du nombre naturel 2160	333445
Somme & reste . . .	1373389

qui eſt le log. de 5418 lignes; ce qui fait 37 pieds 7 pouces 6 lignes, depuis le pied P du ſtyle juſqu'au point du 27ᵉ dégré du Sagittaire & du Verſeau.

380. Tous les points des dégrés des paralleles des ſignes étant marqués ſur la Méridienne, on tirera des perpendiculaires à la Méridienne, qui paſſent ſur chaque point, & qui ſe terminent de chaque côté aux deux lignes horaires de 11 heures 3 quarts, & de Midi un quart. Pour tirer ces perpendiculaires avec facilité, on appliquera une regle, dont le bord ſoit tout le long de la ligne Méridienne; enſuite on appuyera un côté d'une équerre le long du côté de la regle, & par ce moyen on tracera les perpendiculaires d'un côté ſeulement de la Méridienne; enſuite avec une petite regle on les prolongera de l'autre côté. Ces perpendiculaires repréſentent les paralleles que le Soleil décrit quand il répond aux dégrés de l'écliptique que ces points déſignent, ou du moins ces perpendiculaires ne différent pas ſenſiblement des lignes courbes qui repréſentent ces paralleles, parce qu'elles doivent être fort courtes; puiſqu'il ne faut les prolonger de part & d'autre que juſqu'aux deux lignes horaires de onze heures trois quarts, & de Midi un quart. A la rigueur il faudroit que ces perpendiculaires ne fuſſent pas des lignes droites, mais courbes, excepté celle qui repréſente l'Equateur; mais pour une Méridienne horiſontale, il n'y a pas d'erreur ſenſible à décrire des lignes droites. *Pl.* 25. *Fig.* 64.

381. Il faut concevoir que les deux ſegmens de chaque perpendiculaire, dont l'un eſt contenu entre la ligne horaire de 11 heures trois quarts & la Méridienne; & l'autre entre la Méridienne & la ligne de Midi un quart, ſont diviſés chacun en autant de parties égales qu'il y a de ſecondes entre 11 heures trois quarts & Midi; ou entre Midi & Midi un quart, c'eſt-à-dire, en 900 parties, parce qu'il y a

Pl. 25. *Fig.* 64. 900 secondes dans 15 minutes, ou dans un quart d'heure.

On prendra sur chaque perpendiculaire de côté & d'autre autant des 900 parties qu'il y a de secondes dans l'équation du jour, auquel le Soleil décrira le parallele qui répond à la perpendiculaire; mais comme le Soleil décrit le parallele en deux jours différens, il y a aussi deux équations : on marquera donc le nombre des parties, qui est égal à celui des secondes d'une équation, sur la perpendiculaire d'un côté de la Méridienne. On marquera aussi de l'autre côté le nombre des parties qui est égal à celui des secondes de l'autre équation. Quand le Midi moyen doit préceder le Midi vrai, on marque entre la Méridienne & la ligne de 11 heures trois quarts, le nombre des parties déterminé par l'équation, ou plutôt le point qui est le terme de ces parties; & lorsque le Midi vrai précede l'autre, on marque le point entre la Méridienne & la ligne horaire de Midi un quart.

382. On réduira ceci en pratique, au moyen du compas de proportion; ce qui se fera ainsi : la ligne des parties égales du compas de proportion, qui est celle dont il faut se servir, ne contenant pas 900 parties, mais seulement 200, on choisira une partie aliquote de 900, qui soit contenue dans 200; par exemple, 180, qui est le cinquieme de 900. On prendra, avec un compas ordinaire, un côté de la longueur entiere d'une perpendiculaire, c'est-à-dire, depuis l'une des deux lignes horaires jusqu'à la Méridienne : on portera cette distance sur le compas de proportion aux points 180 & 180, l'ouvrant pour cet effet autant qu'il le faudra. Le compas de proportion demeurant ainsi ouvert, on prendra le cinquieme du nombre des secondes, qui convient à l'équation, & qui doit être appliqué sur le dégré du signe dont il s'agit. Supposons, par exemple, que

l'équation soit de 11 minutes 41 secondes; ce qui fait 701 secondes: on cherchera la cinquieme partie de 701; c'est 140. Le compas de proportion demeurant ainsi ouvert, comme nous venons de le dire, on prendra avec le compas ordinaire la distance des points 140 & 140, que l'on portera sur la perpendiculaire en question, en appliquant une pointe sur l'intersection de la ligne de Midi ou Méridienne, & l'autre pointe sur la même perpendiculaire, en tirant vers la ligne horaire. Voici une Table où nous avons mis les dégrés des signes de trois en trois dans la premiere colomne; dans la seconde, ceux de la déclinaison du Soleil, quand il répond à ces dégrés; dans la troisieme, le nombre des secondes convenable aux mêmes dégrés; & dans la quatrieme, le cinquieme du nombre de ces mêmes secondes.

Pl. 25. Fig. 64.

TABLE de la déclinaiſon du Soleil, & de l'équation du temps convenable aux dégrés de l'Ecliptique pris de trois en trois.

♈ Le Bélier.	Déclinaiſ. ſepten. D.	M.	Nomb. des ſec. Addit.	Cinq. du no. des ſecond.	♋ L'Ecreviſ. ou Can.	Déclinaiſ. ſepten. D.	M.	Nomb. des ſec. Addit.	Cinq. du no. des ſecond.
3°	1°	12′	400″	80	3°	23°	26′	112″	22
6	2	23	343	$68\frac{1}{2}$	6	23	20	151	30
9	3	34	287	57	9	23	10	189	38
12	4	45	230	46	12	22	56	224	45
15	5	55	175	35	15	22	38	256	51
18	7	4	121	24	18	22	16	285	57
21	8	12	69	14	21	21	50	310	62
24	9	19	20	4	24	21	20	329	66
			Souſtr.						
27	10	25	26	5	27	20	47	345	69
30	11	29	69	14	30	20	11	355	71
♉					♌				
Taur. 3	12	32	107	21	Lion 3	19	31	358	$71\frac{1}{2}$
6	13	32	142	28	6	18	48	356	71
9	14	31	171	34	9	18	2	350	70
12	15	27	196	39	12	17	13	335	67
15	16	21	216	43	15	16	21	314	63
18	17	13	230	46	18	15	27	290	58
21	18	2	238	$47\frac{1}{2}$	21	14	31	260	52
24	18	48	242	48	24	13	32	225	45
27	19	31	239	48	27	12	3	184	37
30	20	11	231	46	30	11	29	139	28
♊					♍				
Gém. 3	20	47	218	$43\frac{1}{2}$	Vier. 3	10	25	89	18
6	21	20	199	40	6	9	19	37	7
								Souſtr.	
9	21	50	176	35	9	8	12	19	4
12	22	16	149	30	12	7	4	78	$15\frac{1}{2}$
15	22	38	118	$23\frac{1}{2}$	15	5	55	138	$27\frac{1}{2}$
18	22	56	84	17	18	4	45	202	40
21	23	10	47	9	21	3	34	266	53
24	23	20	8	2	24	2	23	330	66
			Addit.						
27	23	26	32	6	27	1	12	394	79
30	23	28	72	14	30	0	0	457	91

TABLE de la déclinaiſon du Soleil, & de l'équation du temps convenable aux dégrés de l'Ecliptique pris de trois en trois.

♎ La Balan.	Déclinaiſ. mérid. D.	M.	Nomb. des ſec. Souſtr.	Cinq. du no. des ſecond.	♑ Le Capricorne.	Déclinaiſ. mérid. D.	M.	Nomb. des ſec. Addit.	Cinq. du no. des ſecond.
3°	1°	12′	518″	103½	3°	23°	26′	21″	4
6	2	23	578	115½	6	23	20	100	20
9	3	34	635	127	9	23	10	195	39
12	4	45	690	138	12	22	56	278	55½
15	5	55	740	148	15	22	38	357	71
18	7	4	787	157	18	22	16	433	86½
21	8	12	831	166	21	21	50	505	101
24	9	19	870	174	24	21	20	572	114
27	10	25	902	180	27	20	47	633	126½
30	11	29	929	186	30	20	11	688	137½
♏ Scorp. 3	12	32	948	189½	♒ Verſ. 3	19	31	737	147
6	13	32	962	192	6	18	48	779	156
9	14	31	968	195½	9	18	2	813	162½
12	15	27	968	195½	12	17	13	840	168
15	16	21	963	192½	15	16	21	860	172
18	17	13	945	189	18	15	27	873	174½
21	18	2	920	184	21	14	31	879	176
24	18	48	890	178	24	13	32	879	176
27	19	31	853	170½	27	12	32	871	174
30	20	11	808	161½	30	11	29	858	171½
♒ Sagit. 3	20	47	760	152	♓ Poiſſ. 3	10	25	838	167½
6	21	20	701	140	6	9	19	813	162½
9	21	50	634	127	9	8	12	782	156
12	22	16	563	112½	12	7	4	746	149
15	22	38	488	97½	15	5	55	705	141
18	22	56	410	82	18	4	45	661	132
21	23	10	328	65½	21	3	34	614	123
24	23	20	243	48½	24	2	23	563	112½
27	23	26	157	31	27	1	12	510	102
30	23	28	68	13½	30	0	0	456	91

Pl. 25. *Fig.* 64. 383. La Table de la page 246 est dans le fond la même que celle-ci. Nous n'avons ainsi arrangé celle-là que pour pouvoir marquer avec plus de facilité les points des paralleles des signes du Zodiaque sur la Méridienne. Nous les avons mis de deux en deux, parce qu'ils doivent être aussi de deux en deux sur la Méridienne : mais celle-ci est dans un arrangement différent, & voici comment il faut s'en servir.

On commencera par poser le signe du Bélier du côté de l'Occident de la Méridienne au point déterminé, art. 377. & suiv.; ensuite on écrira toujours du même côté sur chaque perpendiculaire, les dégrés de ce signe 3, 6, 9, 12, &c. en montant vers le pied du style; après le signe du Bélier, on mettra celui du Taureau avec ses dégrés de trois en trois, comme on a fait au signe du Bélier. Après le Taureau, on mettra les Gémeaux, dont le dernier dégré se trouvera sur le bout de la Méridienne vers le pied du style : on mettra l'Ecrevisse, dont le commencement se trouvera aussi au bout de la Méridienne, & on écrira les dégrés de ce signe en descendant du côté de l'Orient de la Méridienne. Après l'Ecrevisse ou Cancer, on posera le Lion toujours du côté de l'Orient, ensuite la Vierge, la Balance, le Scorpion, le Sagittaire toujours du côté de l'Orient de la Méridienne. Le dernier dégré du Sagittaire se rencontrera tout-à-fait au fond de la Méridienne, de même que le premier dégré du Capricorne, dont la suite des dégrés se posera en remontant du côté de l'Occident de la Méridienne; ensuite on écrira le Verseau, & enfin les Poissons, dont le dernier dégré se trouvera sur le signe du Bélier. On verra par cet arrangement que les signes se trouveront disposés de deux en deux, comme ils sont marqués dans la Table de la page 246. Voilà l'usage de la premiere colomne de cette Table.

384. La seconde colomne de cette Table sert à faire connoître la déclinaison du Soleil convenable à chaque dégré de chaque signe. On a pû en avoir marqué les points sur la Méridienne par les articles 377 & suiv. La troisieme colomne désigne la quantité des secondes qui composent l'équation correspondante à chaque dégré de signe. Si on avoit un compas de proportion qui pût contenir 900 parties égales, il ne faudroit point faire le calcul dont nous avons parlé, art. 382; mais comme le compas de proportion n'a que 200 parties égales, on est obligé de prendre le cinquieme du nombre des secondes de chaque équation. Nous avons donc mis la quatrieme colomne de cette Table, pour épargner la peine de faire ce calcul. Elle contient le cinquieme de chaque équation, & voici comment il faut s'en servir. *Pl. 25. Fig. 64.*

385. On prendra, comme nous avons dit art. 382. le segment ou la perpendiculaire, dont la longueur est terminée d'un bout par la ligne de Midi, & de l'autre bout par la ligne horaire de 11 heures 3 quarts; on prendra, dis-je, avec un compas ordinaire la longueur de cette ligne à l'endroit du troisieme dégré du Bélier, du côté occidental de la Méridienne, & l'on portera le compas ainsi ouvert sur la ligne des parties égales du compas de proportion aux points 180 & 180. Le compas de proportion demeurant ainsi ouvert, on prendra avec le compas ordinaire la distance des points 80 & 80, & on portera cette distance sur la perpendiculaire du 3e dégré du Bélier, en posant une pointe sur la Méridienne, & l'autre vers la ligne horaire de 11 heures 3 quarts. On continuera cette opération en montant du côté occidental jusqu'au 24e dégré du Bélier inclusivement, comme l'on voit dans la Table sur laquelle il faut remarquer que l'équation appellée *additive* se place toujours à l'Occident de la Méridienne, &

Pl. 25. Fig. 64. l'équation *ſouſtractive* ſe poſe à l'Orient de la même Méridienne. Ainſi quand on ſera arrivé au 27ᵉ dégré du Bélier, où l'équation commence à être ſouſtractive, on poſera la diſtance marquée 5 ſur la perpendiculaire du côté oriental de la Méridienne, en poſant une pointe du compas ſur la Méridienne, & l'autre vers la ligne horaire de Midi un quart.

On continuera de marquer ſur les perpendiculaires du côté oriental, les équations juſqu'au 24ᵉ dégré des Gémeaux incluſivement; & on poſera l'équation du 27ᵉ dégré ſuivant du côté occidental de la Méridienne juſqu'au 6ᵉ dégré incluſivement du ſigne de la Vierge, après lequel on trouve le mot *ſouſtractive ;* c'eſt-à-dire, qu'il faut recommencer à poſer l'équation du côté oriental de la Méridienne juſqu'au 30ᵉ dégré incluſivement du Sagittaire, qui ſe trouve tout au bout inférieur de la Méridienne; enſuite on poſera l'équation du 3ᵉ dégré du Capricorne du côté occidental, en remontant juſqu'au 30ᵉ dégré des Poiſſons, qui eſt auſſi le premier du Bélier, & cette opération ſera finie.

386. Si le ſegment ou le côté de la perpendiculaire compris entre la Méridienne & la ligne horaire qui eſt à un côté, étoit trop grand pour être contenu entre les points 180 & 180, quelqu'ouverture que l'on donnât au compas de proportion, il faudroit en ce cas tirer une ligne qui partageât en deux parties égales toutes les perpendiculaires de chaque côté de la Méridienne entre les deux lignes horaires; les deux angles horaires ſe trouveroient ainſi partagés en deux : alors on prendroit la moitié d'un côté de la perpendiculaire, que l'on porteroit ſur 180 & 180 du compas de proportion; enſuite on prendroit, par exemple, la diſtance de 140 & 140, que l'on porteroit deux fois ſur la perpendiculaire.

387. Tous les points des équations étant marqués ſur les perpendiculaires, on les joindra les uns aux autres

autres par des lignes qui, toutes enſemble, feront une courbe, qui ſera la Méridienne du temps moyen, ſur laquelle ſe trouveront les quatre interſections avec la Méridienne du temps vrai, dont deux aux deux extrémités, & deux autres vers le milieu, où la courbe ſe croiſe, & l'on verra que ces quatre interſections ſe rencontreront aux quatre momens de l'année, où le temps vrai & le temps moyen concourent enſemble (372).

388. Il reſte pour avoir fini la Méridienne du temps moyen, d'y marquer autour les mois de l'année. On poſera le mot *Mars* de façon que ſa premiere lettre ſoit entre le 9e & le 12e dégré des Poiſſons du côté occidental de la Méridienne, & en montant. Le mot *Avril* ſe poſera du même côté, & en montant; en ſorte que la premiere lettre ſoit entre le 9e & le 12e dégré du Bélier. On poſera le mot *Mai* du côté oriental, & ſa premiere lettre entre le 9e & 12e dégré du Taureau, toujours en montant. La premiere lettre du mot *Juin* ſe poſera auſſi du côté oriental & en montant, entre le 9e & le 12e dégré des Gémeaux. Le mot *Juillet* ſe poſera du côté occidental, & en deſcendant; en ſorte que ſa premiere lettre ſoit au 9e dégré de l'Ecreviſſe. Le mot *Août* ſe poſera du côté occidental en deſcendant; en ſorte que ſa premiere lettre ſoit au 9e dégré du Lion. Le mot *Septembre* ſe poſera du côté oriental en deſcendant; en ſorte que ſa premiere lettre ſoit au 9e dégré de la Vierge. Le mot *Octobre* ſe poſera du côté oriental en deſcendant; en ſorte que ſa premiere lettre ſe trouve au 9e dégré de la Balance. Le mot *Novembre* ſe poſera du côté oriental en deſcendant; en ſorte que ſa premiere lettre ſoit au 9e dégré du Scorpion. Le mot *Décembre* ſe poſera du côté oriental en deſcendant; en ſorte que ſa premiere lettre ſoit au 9e dégré du Sagittaire. Le mot *Janvier* ſe poſera du côté occidental en montant; en ſorte

que sa premiere lettre soit entre le 9e & le 12e dégré du Capricorne. Si la Méridienne n'est pas bien grande, le nom entier de chaque mois ne pourra pas se mettre en certains endroits, on le mettra en abrégé; mais il convient toujours que la premiere lettre soit posée aux endroits que nous venons d'indiquer : nous avons marqué sur la figure 64, tout ce dont nous venons de parler; sçavoir, les paralleles des signes par des lignes ponctuées, avec tous les chiffres qui désignent leurs dégrés; les caracteres des signes; les cinquiemes des équations convenables sur chaque ligne ponctuée. Mais la Méridienne finie, tout cela devient inutile; il faut l'effacer, & ne laisser que les lignes horaires des quarts, la Méridienne du temps moyen & celle du temps vrai, avec les noms des mois.

Pl. 25. Fig. 64.

389. A l'égard de la Méridienne verticale du temps moyen, comme elle est au rebours de l'horisontale, & que d'ailleurs le plan est presque toujours déclinant, il convient d'expliquer plusieurs pratiques qui lui sont particulieres.

Il faudra, comme à la Méridienne horisontale du temps moyen, tracer les deux lignes hor. d'un quart d'heure avant & après Midi, comme il a été expliqué art. 366 & 367. Après quoi, on marquera sur la Méridienne du temps vrai les points des paralleles des signes du Zodiaque, dans un ordre différent de celui de la Méridienne horisontale. PM sera la longueur entiere de la Méridienne verticale. PS sera la hauteur du style; on tirera la ligne SB, qui fasse avec PS un angle BSP égal au complément de la hauteur du pôle sur l'horison du lieu. Le point B marqué sur la Méridienne, sera celui du Bélier & de la Balance. On marquera ainsi tous les autres signes avec leurs dégrés de trois en trois, dans l'ordre suivant. Au plus haut de la Méridienne vers le pied du style, on marquera le point du signe du Capricorne; ensuite en descendant le Verseau & le Sagittaire, les

Pl. 26. Fig. 65.

Poissons & le Scorpion, le Bélier & la Balance, le Taureau & la Vierge, les Gémeaux & le Lion, & enfin l'Ecrevisse qui se trouvera au bout inférieur. Quoique cet ordre des signes soit différent de celui qui est dans la Table de la pag. 246, la déclinaison du Soleil est pourtant la même à chaque dégré de signe. C'est comme si dans cette Table on mettoit le Capricorne au lieu du Cancer, le Verseau & le Sagittaire au lieu des Gémeaux & du Lion, &c. tout le reste demeureroit le même; par conséquent, on se servira également de cette Table.

390. Mais on fera mieux de chercher par le calcul les points des paralleles des signes sur la Méridienne. En supposant que l'on a tiré l'horisontale HR, & que le point d'intersection de cette ligne avec la Méridienne soit nommé L, on mesurera la distance de ce point L jusqu'au sommet du style, ou centre du trou de la plaque avec l'échelle des parties égales. Observez que cette mesure du point L au sommet du style, n'est point ce que l'on appelle la hauteur du style; car nous supposons que le plan étant déclinant, le pied du style est différent du point L: or la hauteur du style est la mesure de son pied P jusqu'à son sommet; au lieu qu'ici, c'est la distance du point L au sommet du style, & non du point P pied du style; cette mesure étant écrite à part, on fera l'analogie suivante: *Pl. 16. Fig. 66.*

Le sinus total
est à la tangente de la hauteur Méridienne du Soleil,
comme la distance du point L au sommet du style
est à la distance du point L sur la Méridienne jusqu'au point du signe dont il s'agit.

Pl. 26. Exemple. Suppoſons pour le ſecond terme de cette
Fig. 66. analogie, qu'il ſoit queſtion de marquer ſur la Méridienne le point du 18e dégré du ſigne du Scorpion. Il faut d'abord chercher la hauteur Méridienne du Soleil, lorſqu'il eſt à ce dégré. Je remarque dans la Table de la p. 252, que la déclinaiſon du Soleil eſt méridionale, & de $17^{\circ}\ 13'$ qu'il faut ſouſtraire du complément de l'élévation du pôle (379), que je ſuppoſe de $45^{\circ}\ 10'$: reſtera $27^{\circ}\ 57'$, qui ſera la hauteur Méridienne du Soleil, lorſqu'il eſt au 18e dégré du Scorpion.

Suppoſons, pour le troiſieme terme de l'analogie, que la diſtance du point L au ſommet du ſtyle eſt de 2684 parties de l'échelle des parties égales.

log. tangente de $27^{\circ}\ 57'$	972476
log. du nombre naturel 2684	342878
Somme & reſte . . .	1315354

qui eſt le logarithme du nombre 1424 parties de l'échelle : c'eſt donc la diſtance du point L ſur la Méridienne au point du 18e dégré du Scorpion.

Autre exemple. On veut marquer ſur la Méridienne le 30e dégré des Gémeaux, qui eſt auſſi le premier de l'Ecreviſſe. On trouve dans la Table, qui eſt à la page 252, que la déclinaiſon du Soleil eſt pour lors ſeptentrionale, & de $23^{\circ}\ 28'$, qu'on ajoutera au complément de la hauteur du pôle $45^{\circ}\ 10'$, cela fait $68^{\circ}\ 38'$; c'eſt la hauteur Méridienne du Soleil, lorſqu'il eſt au premier dégré de l'Ecreviſſe, qui eſt le ſolſtice d'Eté.

log. tangente de $68^{\circ}\ 38'$	1040757
log. du nombre naturel 2684	342878
Somme & reſte . . .	1383635

qui eſt le logarithme du nombre de 6860 parties de l'échelle des parties égales : c'eſt la diſtance depuis le point L juſqu'au fond de la Méridienne, où ſe

trouve le premier dégré de l'Ecreviſſe ; ainſi des autres. *Pl. 26. Fig. 66.*

391. Si le pied du ſtyle ne paroît point, pouvant être embarraſſé, ou couvert par le fer qui ſupporte le ſtyle, en ce cas, on ne peut pas tracer l'horiſontale du plan, qui doit paſſer par le pied du ſtyle ; pour lors il faudra s'y prendre autrement. On trouvera le centre du Cadran (367), lequel étant connu, de même que ſa diſtance juſqu'au centre du trou de la plaque, que l'on meſurera, & que nous appellerons la longueur de l'axe, on fera l'analogie ſuivante :

Le ſinus du complément de la hauteur Méridienne du Soleil
eſt à la longueur de l'axe,
comme le ſinus de l'angle fait par la hauteur Méridienne du Soleil, ajoutée au complément de l'élévation du pôle,
eſt à la diſtance du centre du Cadran juſqu'au point du ſigne dont il s'agit ſur la Méridienne.

Le premier & le ſecond terme de cette analogie ſont faciles à trouver. On aura le troiſieme, en ajoutant le complément de l'élévation du pôle à la hauteur Méridienne du Soleil. Si la ſomme paſſe 90°, on l'ôtera de 180° ; le reſte ſera le troiſieme terme.

Exemple. Suppoſons qu'il ſoit queſtion de marquer ſur la Méridienne le point du 21e dégré du Bélier : la déclinaiſon du Soleil eſt pour lors ſeptentrionale, & de 8° 12′, qu'il faut ajouter au complément de l'élévation du pôle 45° 10′ ; ce ſera 53° 22′ pour la hauteur Méridienne du Soleil, dont il faut prendre le complément, qui eſt 36° 38′ ; ce qui fera le premier terme de l'analogie. Pour le troiſieme

Pl. 26. *Fig*, 66. terme, il ne faut qu'ajouter le complément de l'élévation du pôle, qui est 45° 10′ à la hauteur Méridienne du Soleil 53° 22′; ce qui fera 98° 32′, dont il faut prendre le supplément, c'est-à-dire, le soustraire de 180°, parce qu'il surpasse 90°: restera 81° 28′, qui sera le troisieme terme de l'analogie. Nous supposerons, pour le second terme, que la longueur de l'axe est de 2965 parties de l'échelle des parties égales.

log. du nombre 2965, long. de l'axe .	347202
log. sinus de 81° 28′	999517
Somme . . .	1346719
dont il faut soustraire le log. sinus de 36° 38′	977575
Reste . . .	369144

qui est le logarithme du nombre 4914 parties, qui sera la distance depuis le centre du Cadran sur la Méridienne jusqu'au point du 21e dégré du Bélier.

392. Tous les points des dégrés des paralleles des signes étant marqués sur la Méridienne, on tirera des perpendiculaires qui passeront sur chaque point, & qui se termineront aux deux lignes horaires de Midi un quart, & de 11 heures 3 quarts (380).

393. Lorsque le plan vertical, sur lequel on doit tracer la Méridienne du temps moyen, est considérablement déclinant, ou que la hauteur du style est fort grande, il est à propos, pour une plus grande exactitude, de décrire des arcs de signes, au lieu de lignes droites perpendiculaires, dont nous avons parlé jusqu'à présent. Il suffira pourtant de décrire des arcs de signes aux environs du Tropique du Capricorne; parce que dans ces endroits la courbe de la Méridienne du temps moyen est assez écartée de la Méridienne du temps vrai, les équations étant considerables; au lieu qu'elles sont petites pour les

paralleles voisins du Tropique du Cancer. Pour cela, on commencera de trouver & de marquer les points des signes sur la Méridienne du temps vrai, à l'ordinaire; ensuite il s'agit de trouver sur les deux lignes horaires de 11 heures 3 quarts, & de Midi un quart, un point pour le dégré de chaque signe, qui se trouvera plus haut que le point correspondant du même dégré du signe, marqué sur la Méridienne du temps vrai. Ainsi après avoir trouvé les trois angles fondamentaux, & avoir tracé les deux lignes horaires d'un quart d'heure avant Midi, & d'un quart d'heure après Midi, il faudra chercher l'angle que fait l'axe avec chacune de ces deux lignes horaires; ce que l'on trouvera par l'analogie suivante: *Pl. 26. Fig. 66.*

Le sinus total
est au sinus du complément de la différence ou de la somme entre la distance du Soleil au Méridien, & la différence des longitudes,
comme la tangente du complément de la hauteur du pôle sur le plan, ou de la hauteur de l'axe sur la soustylaire,
est à la tangente du complément de l'angle formé entre l'axe & la ligne horaire dont il s'agit.

Supposons que le plan sur lequel est la Méridienne soit déclinant vers l'Occident de 42° 36′, à la latitude de 44° 50′; les trois angles fondamentaux seront tels: celui entre la Méridienne & la soustylaire sera de 34° 15′; celui de la hauteur du pôle sur le plan, de 31° 28′; & la différence des longitudes, de 52° 31′. L'angle horaire entre 11 heures 3 quarts & la Méridienne sera de 3° 46′, & celui qui est

Pl. 26. *Fig.* 66. compris entre la Méridienne & Midi un quart sera de 3° 28′; puisque la déclinaison du plan est supposée occidentale, la soustylaire se trouvera du côté de l'Orient de la Méridienne, & par conséquent la ligne horaire de Midi un quart sera aussi du côté de la soustylaire; mais la ligne horaire de 11 heures 3 quarts sera du côté opposé à la soustylaire, ou au côté occidental du Cadran. Maintenant, pour avoir le second terme de l'analogie, il faudra soustraire la distance du Soleil au Méridien pour Midi un quart, qui est 3° 45′, de la différence des longitudes, qui est 52° 31′: restera 48° 46′, dont le complément est 41° 14′; & voilà le second terme de l'analogie. Pour le troisieme, nous avons déjà trouvé la hauteur du pôle sur le plan, qui est 31° 28′, dont le complément est 58° 32′; & voilà le troisieme terme de l'analogie.

log. sinus de 41° 14′	981897
log. tangente de 58° 32′	1021325
Somme & reste . . .	1003222

qui est le log. tangente de 47° 7′, dont le complément est 42° 53′; c'est l'angle formé entre l'axe & la ligne horaire de Midi un quart, & le quatrieme terme cherché.

Pour avoir l'angle entre la ligne horaire de 11 heures 3 quarts & l'axe, il faut ajouter la distance du Soleil au Méridien 3° 45′, avec la différence des longitudes 52° 31′; ce qui fera 56° 16′, dont le complément est 33° 44′; ce sera le second terme de l'analogie. Le troisieme est le même.

log. sinus de 33° 44′	974455
log. tangente de 58° 32′	1021325
Somme & reste . . .	1995780

qui est le log. tangente de 42° 13′, dont le complément 47° 47′ est l'angle compris entre l'axe & la

ligne horaire de 11 heures 3 quarts, qui eſt le quatrieme terme cherché. *Pl. 26. Fig. 66.*

394. Après avoir trouvé les angles entre l'axe & les lignes horaires de Midi un quart, & de 11 heures 3 quarts, qui ſeront toujours les mêmes ſur ces lignes horaires pour tous les dégrés de chaque ſigne, on cherchera la diſtance ſur la ligne horaire depuis le centre du Cadran juſqu'au point du dégré du ſigne dont il s'agit; ce qui ſe fera par l'analogie ſuivante :

Le ſinus de l'angle CFS
eſt à la longueur de l'axe CS,
comme le ſinus de l'angle CSF
eſt au côté CF,

qui eſt la diſtance du centre C du Cadran juſqu'au point F du dégré du ſigne dont il s'agit, ſur la ligne horaire. Nous avons mis la lettre F en trois endroits de la Figure, pour en faire voir une égale application.

Pour avoir les termes de cette analogie, on raiſonnera ainſi : l'angle CSF eſt droit, quand le Soleil eſt à l'Equateur. Lorſque la déclinaiſon du Soleil ſera ſeptentrionale, l'angle CSF ſurpaſſera l'angle droit, ou de 90°, d'une quantité égale à la déclinaiſon du Soleil; & quand la déclinaiſon du Soleil ſera méridionale, l'angle CSF ſera moindre qu'un angle droit, d'une quantité égale à la déclinaiſon du Soleil; ainſi on aura l'angle CSF, en ajoutant la déclinaiſon du Soleil à 90°, ſi elle eſt ſeptentrionale, ou en la retranchant de 90°, ſi elle eſt méridionale; ce ſera le troiſieme terme. Quand on aura l'angle CSF, on y ajoutera l'angle compris entre l'axe & la ligne horaire propoſée, déjà trouvé par l'analogie de l'article précédent. Si la ſomme paſſe 90°, on prendra ſon ſupplément; le reſte donnera le premier terme. Le

Pl. 26. second terme eſt connu, puiſque c'eſt la longueur *Fig. 66.* de l'axe que l'on doit avoir meſuré. Le troiſieme terme eſt l'angle CSF, dont nous venons de parler.

Suppoſons donc que l'on veuille tracer l'arc de ſigne du ſixieme dégré du Capricorne. La déclinaiſon du Soleil eſt pour lors de 23° 20', & méridionale; puiſque la déclinaiſon du Soleil eſt pour lors méridionale, on la retranchera de 90° : reſtera 66° 40', qui ſera le troiſieme terme de l'analogie; & pour avoir le premier terme, on ajoutera à ces 66° 40', l'angle compris entre l'axe & la ligne horaire, par exemple, de Midi un quart, que nous avons déjà trouvé de 42° 53'; ce qui fait 109° 33', qu'il faut ſouſtraire de 180° pour en avoir le ſupplément : reſtera 70° 27', qui ſera le premier terme de l'analogie; le ſecond terme eſt, comme nous l'avons dit, la longueur de l'axe, que nous ſuppoſons avoir 2965 parties de l'échelle des parties égales dont on ſe ſert. Le troiſieme terme eſt dans l'exemple préſent de 66° 40', comme nous venons de le voir.

log. du nombre 3965, long. de l'axe .	359824
log. ſinus de 66° 40'	996294
Somme . . .	1356118
dont il faut ſouſtraire le log. ſinus de 70° 27', premier terme	997421
Reſte . . .	358697

qui eſt le logarithme du nombre 3863 parties de l'échelle des parties égales : c'eſt la diſtance depuis le centre du Cadran juſqu'au point du ſixieme dégré du Capricorne, ſur la ligne horaire de Midi un quart.

Pour trouver le point du même dégré du Capricorne ſur la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, il ne faut changer que le premier terme de l'analogie, le ſecond & le troiſieme terme reſtant les mêmes.

Pour avoir donc le premier terme de l'analogie, il faut ajouter aux 60° 40′, qui font le troiſieme terme, l'angle compris entre l'axe & la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, que nous avons trouvé de 47° 47′; ce qui fera 114° 27′, qui ôtés de 180°, parce qu'ils paſſent 90°, reſtera 65° 33′, & voilà le premier terme. *Pl. 26. Fig. 66.*

log. du nombre 3965, long. de l'axe .	359824
log. ſinus de 66° 40′	996294
Somme . . .	1356118
dont il faut ſouſtraire le log. ſinus de 65° 33′, premier terme	995920
Reſte . . .	360198

qui eſt le logarithme du nombre 3999 parties de l'échelle des parties égales; c'eſt la diſtance ſur la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, depuis le centre du Cadran juſqu'au point du ſixième dégré du Capricorne.

395. On peut auſſi par la même analogie trouver les points des arcs de ſignes ſur la Méridienne. Il ne ſera pas inutile de le faire voir ſur ce même exemple, dont le ſecond & le troiſieme terme étant les mêmes, nous ne les répéterons pas. Nous ne prendrons que leur ſomme de laquelle il faut ſouſtraire le premier terme qu'il faut changer; pour cela, on ajoutera aux 66° 40′, qui font le troiſieme terme, l'angle compris entre l'axe & la ligne horaire de Midi ou la Méridienne, lequel eſt toujours égal au complément de l'élévation du pôle 45° 10′; cela fera 111° 50′, dont le ſupplément 68° 10′ fait le premier terme.

La même ſomme de l'article précédent .	1356118
de laquelle il faut ſouſtraire le log. ſinus de 68° 10′, premier terme	996767
Reſte . . .	359351

Pl. 26. qui eſt le logarithme du nombre 3922 parties de
Fig. 66. l'échelle dont on ſe ſert ; c'eſt la diſtance ſur la ligne de Midi, depuis le centre du Cadran juſqu'au point du ſixieme dégré du Capricorne.

396. On pourra remarquer que ſi l'on fait paſſer une ligne ſur les trois points déſignés par les trois nombres 3999 ſur la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, 3922 ſur la ligne de Midi, & 3863 ſur celle de Midi un quart, cette ligne ſera néceſſairement courbe, & ſera juſtement l'arc de ſigne qu'il falloit décrire. Nous dirons auſſi par occaſion, que ſi abſolument on vouloit décrire ſur un Cadran les arcs de ſignes ſur toutes les lignes horaires, on pourroit le faire par la même voye, en cherchant l'angle que fait l'axe avec chaque ligne horaire, marquant un point ſur chacune pour chaque ſigne, & enſuite menant une ligne qui paſsât ſur ces points. Mais on n'eſt preſque plus dans ce goût aujourd'hui : on s'eſt enfin apperçu que ce n'eſt d'aucun uſage ni d'aucune utilité.

397. Si la Méridienne eſt fort grande, ou que le plan ſoit beaucoup déclinant, comme dans l'exemple préſent, on pourra, pour une plus grande préciſion, décrire les courbes des arcs de ſignes ſur tous leurs paralleles ; c'eſt pourquoi nous donnerons encore quelques exemples, qui ſerviront à éclaircir davantage cette matiere, non ſeulement par rapport à la Méridienne, mais encore en faveur de ceux qui abſolument ſeroient curieux de tracer les ſignes du Zodiaque ſur les Cadrans.

Si l'on veut trouver ſur la Méridienne le dernier dégré des Poiſſons, ou, ce qui revient au même, le premier dégré du Bélier & le dernier de la Balance, on dira : le Soleil ſe trouve pour lors à l'Equateur, & n'a point de déclinaiſon ; par conſéquent, l'angle CSF eſt droit ou de 90° ; & c'eſt le troiſieme terme de l'analogie. Le premier terme ſera la hau-

teur du pôle; puiſque c'eſt l'angle CMS, qui eſt le complément de l'angle MCS, égal au complément de l'élévation du pôle 45° 10'. *Pl. 26. Fig. 66.*

log. du nombre 3965, long. de l'axe .	359824
log. ſinus de 90° ou ſinus total	1000000
Somme . . .	1359824
de laquelle il faut ſouſtraire le log. ſinus de 44° 50'	984822
Reſte . . .	375002

qui eſt le logarithme du nombre 5624 parties de l'échelle des parties égales; c'eſt la diſtance depuis le centre du Cadran juſqu'au point de l'Equateur, ſur la ligne de Midi.

Pour avoir le point de l'Equateur ſur la ligne horaire de Midi un quart, il ne faut que changer le premier terme. On ajoutera à 90° l'angle compris entre l'axe & la ligne horaire de Midi un quart, qui eſt 42° 53'; ce qui fera 132° 53', qu'il faut ſouſtraire de 180° : reſtera 47° 7', & c'eſt le premier terme. Les autres étant les mêmes, nous ne prendrons que leur ſomme 1359824

de laquelle il faut ſouſtraire le log. ſinus de 47° 7'	986495
Reſte	373329

qui eſt le logarithme 5411 parties de l'échelle des parties égales, & la diſtance depuis le centre du Cadran juſqu'au point de l'Equateur, ſur la ligne horaire de Midi un quart.

Pour avoir le point de l'Equateur ſur la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, il ſuffira de changer le premier terme. Il faut ajouter à 90° l'angle compris entre l'axe & la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, qui eſt 47° 47'; ce qui fera 137° 47', dont le ſupplément 42° 13' ſera le premier terme.

Pl. 26. Même somme 1359824
Fig. 66. dont il faut soustraire le log. sinus de 42° 13′ 982733

Reste . . . 377091

qui est le logarithme du nombre 5901 parties; c'est la distance depuis le centre du Cadran jusqu'au point de l'Equateur, sur la ligne horaire de 11 heures 3 quarts.

398. Pour avoir sur la Méridienne le dernier dégré des Gémeaux, qui est aussi le premier du Cancer & le jour du solstice d'Eté, la déclinaison du Soleil étant pour lors septentrionale, & de 23° 28′, il faudra ajouter à 90° ces 23° 28; ce qui fera 113° 28′, auxquels on ajoutera l'angle entre l'axe & la ligne de Midi, qui est toujours égal au complément de l'élévation du pôle, ici de 45° 10′; cela fera 158° 38′, dont le supplément 21° 22′ sera le premier terme de l'analogie. Nous avons déjà le troisieme, en prenant le supplément de 113° 28′, qui est 66° 32′.

log. du nombre 3965, long. de l'axe . 359824
log. sinus de 66° 32′ 996251

Somme . . . 1356075

dont il faut soustraire le log. sinus de 21° 22′ 956150

Reste . . . 399925

qui est le logarithme du nombre 9983 parties; c'est la distance depuis le centre du Cadran jusqu'au point du premier dégré du Cancer, sur la Méridienne.

Pour avoir le point du solstice d'Eté, ou premier dégré du Cancer sur la ligne horaire de Midi un quart, il faudra ajouter à 113° 28′ l'angle compris entre l'axe & la ligne horaire de Midi un quart, qui est 42° 53′; cela fera 156° 21′ dont le supplé-

ment 23° 39′ sera le premier terme. Les autres sont les mêmes.

Même somme 1356075
de laquelle il faut soustraire le log. sinus
de 23° 39′ 960331

Reste . . . 395744

qui est le logarithme du nombre 9067 parties; c'est la distance depuis le centre du Cadran jusqu'au point du solstice d'Eté, sur la ligne horaire de Midi un quart.

Pour avoir le point du solstice d'Eté sur la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, il faudra ajouter à 113° 28′ l'angle entre l'axe & la ligne horaire de 11 heures 3 quarts, qui est 47° 47′; cela sera 161° 15′, dont le supplément 18° 45′ sera le premier terme. Les autres sont les mêmes.

Même somme 1356075
de laquelle il faut soustraire le log. sinus
de 18° 45′ 950710

Reste . . . 405365

qui est le logarithme du nombre 11315 parties de l'échelle des parties égales; & c'est la distance depuis le centre du Cadran jusqu'au point du solstice d'Eté, sur la ligne horaire de 11 heures 3 quarts.

399. Ayant donc montré dans les dix articles précédens, comment il faut trouver les points des paralleles des signes sur la Méridienne, & sur les deux lignes horaires d'un quart d'heure avant & après Midi, pour décrire les arcs de signes, s'il est besoin, il reste à expliquer dans quel ordre il faut placer ces signes. On commencera, si l'on veut, par le Bélier, que l'on posera à la gauche ou à l'Occident de la Méridienne, & ses dégrés 3, 6, 9, 12, &c. en descendant; ensuite viendra le Taureau du même côté & en descendant; ensuite les Gémeaux, dont *Pl. 26. Fig. 66. & Pl. 27. Fig. 67.*

Pl. 27. *Fig.* 67. le dernier dégré se trouvera tout-à-fait au fond de la Méridienne, de même que le premier dégré du Cancer; & la suite du Cancer, sçavoir, 3, 6, 9, 12, 15, &c. ira en montant, & de l'autre côté de la Méridienne, qui est le côté oriental. Après le Cancer viendra toujours en montant & du côté oriental le Lion, & ensuite la Vierge; & après la Vierge, la Balance, toujours du même côté oriental & en montant; ensuite le Scorpion, le Sagittaire, dont le dernier dégré se trouvera tout-à-fait au bout supérieur de la Méridienne, de même que le premier dégré du Capricorne, dont la suite ira en descendant du côté occidental; ensuite le Verseau, & enfin les Poissons, dont le dernier dégré est aussi le premier du Bélier.

400. Après avoir marqué sur la Méridienne toutes les perpendiculaires ou arcs qui représentent le lieu de chaque signe de trois en trois dégrés, on marquera aussi sur ces mêmes perpendiculaires ou arcs de signes, les points qui terminent chaque équation convenable à ces dégrés, comme nous avons dit pour la Méridienne horisontale, & voici dans quel ordre.

401. On commencera du côté occidental de la Méridienne : on posera le point d'équation 80 sur le troisieme dégré du Bélier; $68\frac{1}{2}$ sur le 6e; ainsi de suite en descendant jusqu'au 24e dégré inclusivement, où l'on posera le point d'équation 4. Ensuite sur le 27e dégré, on posera le point d'équation 5 du côté oriental de la Méridienne, & on continuera du même côté tout le signe du Taureau, & une partie des Gémeaux jusqu'au 24e dégré de ce signe inclusivement; & sur le 27e dégré suivant, on posera le point d'équation 6 du côté occidental, & ensuite 14, qui se trouvera sur le dernier dégré des Gémeaux & sur le premier du Cancer, au bout inférieur de la Méridienne. Ensuite on marquera en montant toujours du côté occidental sur le 3e dégré du

du Cancer le point d'équation. On continuera en montant, & du côté occidental, tout ce ſigne du Cancer & tout celui du Lion juſqu'au 6ᵉ dégré de la Vierge incluſivement, ſur lequel on poſera le point d'équation 7. Enſuite on paſſera du côté oriental, & on poſera ſur le 9ᵉ dégré ſuivant de la Vierge le point d'équation 4. On continuera en montant, & du même côté oriental, tout ce ſigne de la Vierge, tout celui de la Balance, tout celui du Scorpion & celui du Sagittaire, juſqu'au dernier dégré de ce ſigne qui ſe trouvera au bout ſupérieur de la Méridienne, & qui eſt le premier dégré du Capricorne. Au troiſieme dégré du Capricorne, on paſſera du côté occidental de la Méridienne, ſur lequel on poſera le point d'équation 4 en deſcendant. On continuera ainſi en deſcendant, & du côté occidental, tout le ſigne du Capricorne, celui du Verſeau, & enfin celui des Poiſſons, qui ſe trouvera auſſi le premier dégré du Bélier, ſur lequel on poſera le point d'équation 91. Remarquez que nous avons toujours entendu parler de la 4ᵉ colomne de la Table de la page 252, qui contient le cinquieme du nombre des ſecondes qui compoſent l'équation. *Pl. 27. Fig. 67.*

402. Tous les points d'équation étant marqués ſur tous les paralleles des ſignes, on les joindra les uns aux autres par une ligne courbe; ce qui ſera la Méridienne du temps moyen, comme nous avons dit de la Méridienne horiſontale.

403. On remarquera que les deux lignes horaires qu'on trace, déſignent des momens éloignés du Midi vrai, ſeulement d'un quart-d'heure, parce que l'équation du Soleil n'eſt que d'environ un quart-d'heure, ſoit en avance, ſoit en retard par rapport au Midi vrai dans le temps qu'elle eſt la plus grande, ſçavoir, vers le 11 Février & le premier Novembre. Le Midi moyen avance ſur le vrai de 14′ 4″ vers le 11 Février, & il retarde de 16′ 11″ vers le premier Novembre.

Pl. 27. *Fig.* 67. 404. On obſervera encore que quand nous avons dit qu'il falloit concevoir que les perpendiculaires ou arcs qui repréſentent les paralleles des ſignes, étoient diviſés en parties égales pour repréſenter le nombre des ſecondes qui compoſent chaque équation. Cela ſuppoſe que la lumiere du Soleil parcourt ſur le plan des eſpaces ſenſiblement égaux dans des temps égaux; ce qui arrive à l'égard des plans horiſontaux & des verticaux non déclinans, ou du moins très-peu déclinans. Mais quand les plans ſont conſiderablement déclinans, les eſpaces parcourus en temps égaux ſont ſenſiblement inégaux, comme on peut l'obſerver dans les eſpaces horaires de 11 heures 3 quarts, & de Midi un quart, qui ſont d'autant plus inégaux que la déclinaiſon du plan eſt grande. Il faut pour lors tirer des lignes horaires de cinq en cinq minutes, qui diviſeront en trois parties chaque quart-d'heure; & on regardera chaque eſpace horaire de cinq minutes, comme diviſé en 300 parties égales. On partagera en trois parties égales chaque cinquieme d'équation, qu'on portera ſur chaque eſpace horaire. Cette précaution devient plus néceſſaire, quand au lieu des perpendiculaires à la Méridienne, on décrit les courbes des arcs de ſignes.

405. Il ne reſte plus pour finir la Méridienne du temps moyen, que de marquer autour les noms des mois de toute l'année, & dans l'ordre ſuivant: on poſera le mois de Mars, en ſorte que ſa premiere lettre ſoit placée entre le 9e & le 12e dégré des Poiſſons, du côté occidental de la Méridienne, & on fera aller l'écriture en deſcendant. Le mois d'Avril commencera entre le 9e & le 12e dégré du Bélier, du côté occidental, & en deſcendant. Le mois de Mai commencera entre le 9e & le 12e dégré du Taureau, en deſcendant & du côté oriental. Le mois de Juin commencera entre le 9e & le 12e dégré des Gémeaux, en deſcendant & du côté oriental. Le mois de Juillet

commencera au 9e dégré du Cancer ou de l'Ecreviſſe, en montant & du côté occidental. Le mois d'Août commencera au 9e dégré du Lion, en montant & du côté occidental. Le mois de Septembre commencera au 9e dégré de la Vierge, du côté oriental, & en montant. Le mois d'Octobre commencera au 9e dégré de la Balance, du côté oriental, & en montant. Le mois de Novembre commencera au 9e dégré du Scorpion, du côté oriental, & en montant. Le mois de Décembre commencera au 9e dégré du Sagittaire, du côté oriental, & en montant. Le mois de Janvier commencera entre le 9e & le 12e dégré du Capricorne, du côté occidental, & en deſcendant.

On obſervera que, quand nous diſons *en montant*, cela veut dire que l'écriture du nom du mois doit aller de bas en haut; & par le mot *en deſcendant*, il faut entendre que l'écriture du nom du mois doit aller de haut en bas. Cette maniere d'écrire les noms des mois déſigne mieux la marche du Soleil, que ſi on les écrivoit horiſontalement: c'eſt ainſi que le tout eſt diſpoſé dans la Figure.

406. Afin que la Méridienne du temps moyen ne préſente rien de confus à la vûe, il ſera bon de peindre ſa courbe, & les noms des mois, en rouge à l'huile, compoſé avec du brun rouge d'Angleterre mêlé avec du cinabre. Les lignes horaires d'un quart-d'heure, & les autres, ſi l'on en a tracées, ſeront de la même longueur que la Méridienne du temps vrai: mais on effacera les perpendiculaires, & même les arcs & les caracteres des ſignes avec les chiffres qui déſignent leurs dégrés. Il n'y aura donc que les noms des mois qui reſteront, avec les lignes horaires & les deux Méridiennes.

407. On fera bien, pour la pratique, de tracer la Méridienne du temps moyen ſur un papier dans toute ſa grandeur. Pour cela on en collera enſemble pluſieurs feuilles du plus grand & du plus fort, que

l'on étendra ſur un parquet, & que l'on arrêtera avec de la cire ou autrement. On tirera au milieu, & ſelon la longueur de ce papier, une ligne droite ſuffiſamment prolongée, qui repréſentera la Méridienne du temps vrai. On choiſira un point hors le papier ſur cette ligne, que l'on regardera comme le centre du Cadran. On tracera au long de cette ligne droite les paralleles des ſignes, comme nous avons dit ailleurs; & après avoir emporté ce grand papier dans ſon cabinet, on finira cette Méridienne. La courbe étant tracée, on la découpera à jour bien proprement avec la pointe d'un canif, en faiſant une fente de la largeur d'une demi-ligne, pour que la pointe d'un crayon puiſſe paſſer à travers. On y laiſſera de diſtance en diſtance de petits eſpaces ſans être découpés, afin que le papier puiſſe ſe ſoutenir. On découpera auſſi un peu le commencement de chaque mois : on fera d'eſpace en eſpace des trous de trois ou quatre lignes en quarré le long de la Méridienne du temps vrai.

Pour appliquer enſuite cette Méridienne du temps moyen dans ſa vraye poſition ſur le plan, on marquera le premier point du bout ſupérieur de la Méridienne du temps moyen ſur le mur; on en marquera un autre vers le milieu, & le dernier du bout inférieur de la Méridienne. On préſentera le papier ſur ſa place, & on vérifiera ſi les trois points marqués ſur le mur ſe rencontrent bien avec les mêmes points marqués ſur le papier; car ordinairement ils ne ſe rencontrent pas juſte, parce que le papier eſt fort ſujet à s'étendre & à ſe raccourcir, ſuivant la temperature de l'air. Si l'on reconnoît que le papier s'eſt raccourci, on l'humectera avec un linge mouillé, en tapant doucement deſſus d'un bout à l'autre, tandis qu'il eſt étendu ſur le plan, & qu'il y eſt attaché dans ſa partie ſupérieure par de petites pointes. Ce papier s'étendra ſur le champ, & peut-être trop;

en ce cas, on attendra qu'il ait un peu féché; & lorfqu'on appercevra que les trois points en queftion fe rencontrent bien, on arrêtera le papier, au moyen d'un nombre de petites pointes, que l'on plantera tout au long de chaque côté & par les bouts. On obfervera, en faifant cette opération, que la ligne Méridienne du temps vrai, tracée fur le papier, foit précifément fur celle qui eft tracée fur le mur; ce que l'on reconnoîtra à travers les trous que l'on aura faits au papier de diftance en diftance le long de la Méridienne du temps vrai.

Le papier étant bien arrêté fur le plan, on paffera le crayon à travers la découpure de la courbe du temps moyen. On marquera auffi un petit trait qui défignera le commencement de chaque mois à travers les trous que l'on aura faits pour cela. Tout étant ainfi marqué fur le plan, on ôtera le papier, & on fera fuivre par le Peintre tous les traits en fa préfence.

408. On peut tracer, fi l'on veut, une Méridienne du temps moyen fur un grand Cadran vertical, où toutes les heures & même les minutes de cinq en cinq feroient décrites à l'ordinaire. Pour que cette Méridienne foit affez fenfible, il convient de lui donner au moins fix ou fept pieds de longueur, ou même davantage, fi le Cadran eft élevé & vû de loin. Au moyen des regles que nous avons données, on trouvera l'endroit de l'axe où il faudra placer la plaque percée, que l'on attachera avec des vis ou des rivures fur un anneau plat vers le milieu de l'axe, ou même plus loin du centre du Cadran, felon la longueur que l'on pourra donner à la Méridienne; car plus on éloignera la plaque percée du centre du Cadran, plus de longueur il faudra donner à la Méridienne. Cet anneau plat fera d'une même piece avec l'axe; il doit être fort & de la même épaiffeur, afin que l'axe ne puiffe point fléchir en cet endroit.

On obſervera de ne mettre aucun ſupport qui puiſſe empêcher le point de lumiere de marquer ſur la partie ſupérieure de la Méridienne au ſolſtice d'Hyver, lorſque l'ombre eſt la plus haute. On en poſera cependant le plus près que l'on pourra du trou de la plaque, & de l'extrémité ſupérieure de la courbe du temps moyen, afin que l'axe ſoit plus ſolide. A quoi l'on réuſſira mieux, ſi on met le dernier ſupport, c'eſt-à-dire, le plus bas, ſur deux pieds écartés l'un de l'autre, en maniere de fourche ou d'un λ renverſé, auquel on pourra donner une figure plus élégante, en l'ornant par des enroulemens & autres décorations, ſelon le génie de l'ouvrier. Il ne faut pas manquer de placer le trou de la plaque au centre de la groſſeur de l'axe; à cet effet, on emboutira ſuffiſamment le milieu de la plaque. Si l'on ne diſpoſoit ainſi le trou de la plaque, le point de lumiere marqueroit faux, & ne ſe rencontreroit point avec l'ombre de l'axe. Le point de lumiere qui n'eſt deſtiné qu'à marquer le Midi du temps moyen & du temps vrai, indiquera néanmoins les heures comme l'ombre de l'axe : celle-ci marquera également le Midi du temps vrai, comme le point de lumiere. Un Cadran dans ce goût doit être grand autant qu'il ſera poſſible.

CHAPITRE X.

Cadrans portatifs.

LE Cadran portatif eſt celui que l'on peut porter ſur ſoi, & au moyen duquel on peut connoître l'heure au Soleil par-tout où l'on ſe trouve. On en fait de toutes ſortes de façons, chacun en invente ſelon ſon génie. On peut réduire ce grand nombre

à trois eſpeces : dans la premiere, nous mettrons ceux qui ſont horiſontaux ou équinoxiaux, & que l'on oriente au moyen d'une bouſſole qui y eſt conſtruite; dans la ſeconde, nous comprendrons ceux qui montrent l'heure par la hauteur du Soleil, & ceux-là ſont ordinairement verticaux; dans la troiſieme, nous mettrons le Cadran analemmatique, qui n'eſt point à bouſſole, & qui ne montre pas l'heure par la hauteur du Soleil. Parmi ces Cadrans portatifs, il y en a qui ſont univerſels, & d'autres qui ſe tracent pour une latitude particuliere. Notre intention n'eſt pas de traiter de tous les Cadrans portatifs que l'on fait, ni que l'on peut faire, mais ſeulement de ceux qui nous ont paru les meilleurs. En faiſant leur deſcription, nous dirons ce que nous en penſons. Nous diviſerons ce Chapitre en trois Sections : dans la premiere, nous parlerons des Cadrans portatifs à bouſſole; dans la ſeconde, de ceux qui marquent l'heure par la hauteur du Soleil; & dans la troiſieme, nous ferons la deſcription du Cadran analemmatique.

SECTION PREMIERE.

Cadrans portatifs à bouſſole.

409. ON en fait de beaucoup de ſortes; celui qui eſt le plus répandu dans le Public ſous le nom ordinaire de *Butterfield*, ne peut être mis dans la claſſe des bons Cadrans portatifs. Il a des défauts conſiderables. Sa bouſſole eſt trop petite pour être ſuſceptible de quelque préciſion : on n'y met point d'aiguille de déclinaiſon, qui eſt ſi néceſſaire pour ſuivre la variation de l'aiman; quand même on y en mettroit une, les diviſions du cercle qu'il fau-

droit tracer dans le fond de la bouſſole, ne ſeroient pas aſſez ſenſibles, à cauſe de ſon trop petit diametre. Les trois ou quatre Cadrans qui ſont tracés ſur ſon plan horiſontal pour différentes latitudes, rendent cette ſurface confuſe, en ſorte qu'on a peine à diſtinguer l'heure. Il arrive ſouvent qu'on ſe ſert de ce Cadran dans des lieux, dont la latitude eſt différente de celle des trois ou quatre Cadrans gravés ſur ſon plan. L'axe eſt ſi épais, que l'on ne voit l'heure à Midi ou vers le Midi que bien imparfaitement. On ne manque pas ordinairement d'élever l'axe à la hauteur du pôle du lieu où l'on ſe trouve, ſans s'embarraſſer ſi des trois ou quatre Cadrans il y en a un qui ſoit décrit ſelon cette même hauteur du pôle. On peut donc être convaincu que le *Butterfield* eſt un mauvais Cadran, & qu'il ne faut pas compter d'y voir l'heure que très-imparfaitement. Il y en a quantité d'autres qui ont également une fort petite bouſſole, & toujours ſans aiguille de déclinaiſon. On en fait auſſi dont le Cadran eſt mobile ſur un pivot, & qui s'orientent d'eux-mêmes par la vertu magnétique. Tous ceux-là ne peuvent être comptés parmi les bons Cadrans portatifs à bouſſole; la déclinaiſon de l'aiman ne pouvant point ſe changer, & la bouſſole étant trop petite.

410. En fait de Cadrans à bouſſole, celui dont nous allons donner la deſcription eſt peut-être le ſeul bon. C'eſt feu M. Langlois, Ingénieur du Roi pour les inſtrumens de Mathématiques, qui l'a perfectionné. La Figure le repréſente dans toute ſa grandeur ordinaire.

Pl. 28. Fig. 68. On y voit premierement une bouſſole, dont le fond GF eſt diviſé en 360 dégrés. On y apperçoit l'aiguille de déclinaiſon D poſée au travers du diametre, & appliquée ſur le fond de la bouſſole. Cette aiguille peut tourner ſur ſon centre, étant attachée à frottement dur comme la tête d'un compas. Au

deſſus de cette aiguille de déclinaiſon, & ſur le fond de la bouſſole, eſt poſée une languette mobile L, qui ſe leve & ſe baiſſe par le moyen d'un bouton à vis B, poſé à l'extérieur de la bouſſole. Cette languette ſert à relever & à arrêter l'aiguille aimantée G, lorſqu'on ne ſe ſert point du Cadran. Le pivot qui ſoutient l'aiguille aimantée ſeroit bientôt émouſſé ſans l'opération de cette languette, qui empêche que la *chapelle* de l'aiguille aimantée ne batte ſur le pivot, lorſqu'on tranſporte le Cadran. On a gravé dans le fond de la bouſſole une roſette des huit principaux vents. L'aiguille aimantée G va en pointe de chaque bout, & a la même forme & la même meſure que l'aiguille de déclinaiſon. La moitié de cette aiguille aimantée eſt bleue; c'eſt le côté qui ſe dirige vers le Nord, & l'autre moitié G eſt blanche, & c'eſt le côté qui ſe dirige vers le Sud ou le Midi.

Cette bouſſole eſt ſurmontée par une plaque octogone HH qui repréſente l'horiſon, & qui a une aſſez grande ouverture pour laiſſer voir toute la bouſſole entierement à découvert. On met un verre pour garantir l'aiguille aimantée, lequel eſt engagé & arrêté entre le deſſus de la bouſſole & la plaque octogone, qui eſt elle-même arrêtée contre la bouſſole par trois vis poſées en deſſous.

Au deſſus de la plaque octogone & ſur le bord deſtiné à être le côté du Nord, eſt poſée par des vis une charniere C pour tenir le cercle Equinoxial EE, qui peut s'élever & ſe baiſſer par ſon moyen: on a retranché une partie de ce cercle, parce qu'elle ſeroit non ſeulement inutile, mais parce qu'elle empêcheroit en certains temps de voir l'heure. C'eſt ſur le plan ſupérieur EE de ce cercle Equinoxial que ſont marquées les heures de même que ſur l'épaiſſeur II du dedans, laquelle eſt aſſez conſiderable pour cela. Ces heures ne ſont autre choſe qu'un Cadran Equinoxial, diviſé en 24 parties égales, dont on a

Pl. 28. *Fig.* 68. retranché les heures de la nuit, comme étant inutiles. Le point horaire de Midi eſt au milieu C, & du côté de la charniere, & les deux points horaires de 6 heures du matin & du ſoir ſont juſtement ſur la ligne diametrale KX du cercle Equinoxial. C'eſt ſur cette ligne diametrale qu'eſt poſé un axe mobile XK, deſtiné à porter dans ſon milieu N le ſtyle NA. Au milieu de cet axe eſt une échancrure NX néceſſaire pour voir l'heure, aux jours Equinoxiaux. Le ſtyle NA tient à vis au milieu de l'axe KX, & il a une petite queue ou talon N aſſez fort, par lequel on le prend, quand on veut le relever & le faire tourner d'un côté ou de l'autre. Comme ce ſtyle eſt auſſi délié qu'une épingle, on riſqueroit de l'endommager ou de le caſſer ſans ce talon.

A un bout de cet axe eſt un quarré Q, dont deux faces étant paralleles, ſelon la longueur du ſtyle, il ſe trouve retenu par un reſſort R attaché au deſſous du cercle Equinoxial. Ce reſſort appuyant contre une des faces du quarré, oblige le ſtyle à ſe tenir toujours ſitué à angles droits par rapport au plan du cercle Equinoxial. Sur le côté occidental de l'horiſon, ou plaque octogone HH, eſt fixé par une vis un quart de cercle M, qui repréſente une portion du Méridien. Il eſt diviſé en 90°, dont le premier dégré commence au bout ſupérieur. On grave dans tout le deſſous & par-tout où l'on peut trouver de la place, le nom des principales villes avec leurs latitudes.

411. Quand on voudra ſe ſervir de ce Cadran, que l'on appelle *Cadran équinoxial à bouſſole*, on élevera le cercle Equinoxial EE, en ſorte qu'il ſe rencontre au dégré de la hauteur du pôle du lieu où l'on ſe trouve ; c'eſt ce qu'on fera au moyen de la portion du Méridien M. Ses diviſions étant au rebours, c'eſt-à-dire, les premiers dégrés commençant à ſa partie ſupérieure, le cercle Equinoxial EE ſe trouvera pa-

rallele à l'Equateur, ou au complément de la hauteur du pôle, quoiqu'on ne l'ait mis qu'à l'élévation du pôle. On marque ainſi au rebours les dégrés de ce Méridien pour n'avoir pas l'embarras de chercher le complément de l'élévation du pôle, ce qui pourroit être une difficulté pour ceux qui ne ſont pas verſés en cette matiere. Après qu'on aura mis le cercle Equinoxial à l'élévation convenable, on relevera le ſtyle NA en haut, ſi le Soleil ſe trouve dans les ſignes ſeptentrionaux, c'eſt-à-dire, depuis le mois de Mars juſqu'au mois de Septembre; ou on le tournera en bas, ſi le Soleil ſe trouve dans les ſignes méridionaux, c'eſt-à-dire, depuis le mois de Septembre juſqu'au mois de Mars. *Pl. 28. Fig. 68.*

Tout étant ainſi arrangé, on poſera le Cadran auſſi horiſontalement que l'on pourra. On préſentera le côté C de la charniere du cercle Equinoxial vers le Nord; & on tournera ou d'un côté ou de l'autre le Cadran, juſqu'à ce que l'aiguille aimantée G, étant repoſée, ſoit ſituée préciſément ſur l'aiguille de déclinaiſon D. Alors l'ombre du ſtyle NA marquera l'heure ſur le plan du cercle Equinoxial EE, depuis le mois de Mars juſqu'au mois de Septembre; ou bien au dedans II de ce cercle, depuis le mois de Septembre juſqu'au mois de Mars.

412. Quand on voudra retirer le Cadran, on commencera par tourner le ſtyle, en ſorte qu'il ſoit parallele au cercle Equinoxial; enſuite on couchera le cercle Equinoxial ſur la plaque octogone: on couchera auſſi le quart de cercle Méridien ſur l'Equinoxial. On relevera la languette L pour arrêter l'aiguille aimantée G, qui par ce moyen ne touchera plus ſur le pivot, & on mettra le Cadran dans ſon étui.

413. Lorſqu'on fera uſage de ce Cadran, on l'éloignera de tout fer qui pourroit ſe trouver aſſez près, même caché. Plus le fer ſera gros, plus il en

Pl. 28. *Fig.* 68. faudra éloigner le Cadran, ſurtout de celui qui pourroit être aimanté, comme couteaux ou autre choſe. On obſervera encore de ne jamais ſe ſervir du Cadran aux rayons du Soleil qui paſſent à travers une vitre. L'heure que l'on trouveroit ne ſeroit pas la véritable : c'eſt une regle générale.

414. Si l'on s'apperçoit que ce Cadran avance ou retarde ſur quelque bon Cadran fixe que l'on ſçaura être bien fait, cela ne pourra provenir que de ce que la déclinaiſon de l'aiman aura changé. En ce cas, on poſera de niveau le Cadran auprès du grand Cadran, & on fera convenir l'heure avec celle du grand Cadran, ſans avoir aucun égard ni à l'aiguille aimantée, ni à celle de déclinaiſon. On remarquera alors ſur quel dégré de la bouſſole l'aiguille aimantée ſe ſera arrêtée. On démontera la bouſſole, en défaiſant les trois vis qui la tiennent attachée à la plaque octogone, & on tournera doucement l'aiguille de déclinaiſon pour la mettre ſur le dégré, où l'on aura remarqué que l'aiguille aimantée ſe ſera arrêtée ; enſuite on remontera le tout, & le Cadran ſe trouvera ajuſté comme il faut.

415. Le Cadran Equinoxial ainſi conſtruit eſt très-bien entendu ; il eſt univerſel, & peut ſervir partout. Sa bouſſole eſt d'une grandeur ſuffiſante pour bien faire ſa fonction. Le fond de la bouſſole étant gradué, & y ayant une aiguille de déclinaiſon, on peut changer cette déclinaiſon toutes les fois que l'aiman en change. Ainſi on peut conclure que c'eſt ce qu'il y a de mieux en fait de Cadrans à bouſſole.

416. Comme il arrive qu'avec le temps l'aiguille aimantée perd, ou du moins diminue de ſa vertu magnétique, nous donnerons ici la maniere ordinaire de la lui reſtituer. Ayant un bon aiman, ſoit naturel, ſoit artificiel, on prendra avec les deux doigts de la main droite l'aiguille aimantée par le

bout bleu, & on la frottera ſur le pôle Sud de l'aiman, en commençant du côté par lequel on tient l'aiguille, la faiſant gliſſer ſur l'aiman en tirant vers ſoi ; enſuite on retirera l'aiguille, lui faiſant faire un grand détour avec le bras. On lui fera retoucher l'aiman ſept à huit fois, en faiſant un grand détour à chaque fois ; ce qui eſt néceſſaire pour faire ſortir l'aiguille du tourbillon magnétique. On ſe gardera bien de la paſſer ſur l'aiman en venant & revenant, on gâteroit tout ; mais toujours en tirant vers ſoi, de façon que l'aiman la touche premierement par le bout bleu, & qu'il finiſſe de toucher au bout blanc.

417. Ce Cadran n'a point d'autre défaut que les inconvéniens ordinaires de la bouſſole, qui ſont la variation de la déclinaiſon de l'aiman qui change aſſez ſouvent, & qui n'eſt pas la même dans tous les pays. L'endroit d'ailleurs où l'on poſe le Cadran a quelquefois quelque vertu magnétique, qui détourne l'aiguille aimantée de ſa vraye direction. Il arrive auſſi qu'il y a du fer caché vers l'endroit où l'on poſe le Cadran, &c.

SECTION II.

Cadrans portatifs qui marquent l'heure par la hauteur du Soleil.

418. ON fait diverſes ſortes de ces Cadrans qui marquent l'heure par la hauteur du Soleil. Parmi ce nombre nous en choiſirons trois qui nous ont paru les meilleurs. Le premier eſt le Cylindre portatif ; le ſecond ſe trace ſur une plaque toute droite, & le troiſieme eſt l'Anneau aſtronomique. Mais comme pour décrire ces ſortes de Cadrans, du

moins pour les deux premiers, il faut ſçavoir les hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour de 10 en 10 dégrés de chaque ſigne, nous commencerons par enſeigner la méthode de trouver ces hauteurs du Soleil; ce qui ne peut ſe faire que par le calcul. On en trouve des Tables toutes faites; mais elles ſont toutes pour la hauteur du pôle de Paris, ou pour le 49e dégré. Cependant comme on peut faire de ces ſortes de Cadrans par-tout ailleurs comme à Paris, il eſt bon que chacun puiſſe calculer lui-même cette Table, pour l'avoir ſelon la hauteur du pôle du pays où il ſe trouve. Ce calcul eſt un peu long & compoſé; mais enfin on peut ſe réſoudre à en prendre la peine, dès qu'il ne ſera queſtion que de faire une ſeule Table, qui pourra ſervir pour une infinité de Cadrans.

419. Pour faire ce calcul il y a pluſieurs analogies, dont voici la premiere:

Le ſinus total
eſt à la tangente du complément de la hauteur du pôle,
comme le ſinus du complément de la diſtance du Soleil au Méridien
eſt à la tangente d'un premier arc que nous appellerons X.

Voici un exemple dans lequel nous ſuppoſerons la hauteur du pôle de 44° 50′. Nous ſuppoſerons encore que nous voulions trouver la hauteur du Soleil à 10 heures du matin, lorſque le Soleil eſt au 20e dégré des Poiſſons. Cela poſé, faiſons l'analogie.

log. tangente du complément de la hauteur du pôle, 45° 10′, 2ᵉ terme. 1000253

log. ſinus de 60°, qui eſt le complément de la diſtance du Soleil au Méridien pour 10 heures du matin, 3ᵉ terme 993753

Somme & reſte . . . 1994006

qui eſt le log. tangente de 41° 4′; c'eſt le premier arc que nous appellerons *X*.

Il faut obſerver que depuis 6 heures du matin juſqu'à 6 heures du ſoir, on ôtera le premier arc *X* de la diſtance du Soleil au pôle; & depuis 6 heures du ſoir juſqu'à 6 heures du matin, on ajoutera le premier arc *X* à la diſtance du Soleil au pôle. Or nous avons dit ailleurs, & nous le répétons encore, que la diſtance du Soleil au pôle eſt égale à la ſomme de 90° & de ſa déclinaiſon, ſi la latitude & la déclinaiſon ſont de différente dénomination : mais ſi la latitude eſt de même dénomination, la diſtance du Soleil au pôle ſera égale à leur différence.

Dans l'exemple préſent, la déclinaiſon du Soleil au 20ᵉ dégré des Poiſſons eſt de 3° 45′, & cette déclinaiſon eſt méridionale : mais la latitude étant ſeptentrionale & la déclinaiſon méridionale, par conſéquent de différente dénomination, pour avoir la diſtance du Soleil au pôle, il faut ajouter à 90° la déclinaiſon du Soleil 3° 45′; ce qui ſera 93° 45′, qui ſera la diſtance du Soleil au pôle.

Etant queſtion dans cet exemple de 10 heures du matin, & cette heure-là étant compriſe dans l'intervalle de 6 heures du matin juſqu'à 6 heures du ſoir, il faut donc ôter le premier arc trouvé *X*, qui eſt 41° 4′ de la diſtance du Soleil au pôle 93° 45′ : reſtera 52° 41′, qui ſera le ſecond arc que nous appellerons *Y*. Ecrivons ici à part ces deux arcs.

Premier arc trouvé *X*, 41° 4′.

Second arc trouvé *Y*, 52° 41′.

SECONDE ANALOGIE.

Le ſinus du complément du premier arc trouvé X
eſt au ſinus du complément du ſecond arc trouvé Y,
comme le ſinus de la hauteur du pôle
eſt au ſinus de la hauteur du Soleil.

log. ſinus de l'arc *Y* 52° 41′, ſon complément 37° 19′, ſecond terme 978263
log. ſinus de la hauteur du pôle 44° 50′, troiſieme terme 984822

Somme . . . 1963085

dont il faut ôter le log. ſinus de *X* 41° 4′, ſon complément 48° 56′, premier terme, 987734

Reſte . . . 975351

qui eſt le log. ſinus de 34° 32′; c'eſt la hauteur du Soleil cherchée à 10 heures du matin, le jour que le Soleil ſe trouve au 20e dégré des Poiſſons.

420. Il y a deux cas où il ne faut qu'une ſeule analogie : le premier eſt lorſqu'il ne s'agit que de trouver la hauteur du Soleil pour les 6 heures du matin ou du ſoir ; le ſecond cas eſt lorſque le Soleil eſt à l'Equateur, ou au jour des Equinoxes. Voici l'analogie pour le premier cas, c'eſt-à-dire, pour trouver la hauteur du Soleil aux 6 heures, ſoit du ſoir, ſoit du matin, quelque jour de l'année que ce ſoit.

Le ſinus total
eſt au ſinus de la déclinaiſon du Soleil,
comme le ſinus de la hauteur du pôle
eſt au ſinus de la hauteur du Soleil.

Cette

Cette analogie eſt ſi facile à faire, qu'il n'eſt pas beſoin d'exemple ; elle eſt toute ſimple.

Voici l'analogie pour le ſecond cas, c'eſt-à-dire, pour trouver la hauteur du Soleil pour l'heure propoſée au jour de l'Equinoxe.

Le ſinus total
eſt au ſinus du complément de la hauteur du pôle,
comme le ſinus du complément de la diſtance du Soleil au Méridien
eſt au ſinus de la hauteur du Soleil.

Cette analogie eſt ſi ſimple qu'elle n'a pas beſoin d'explication.

421. On n'a pas beſoin d'aucune analogie pour trouver la hauteur du Soleil à Midi, quelque jour que ce ſoit. Nous en avons donné la regle en pluſieurs endroits de cet Ouvrage, & nous la répéterons ici.

Ajoutez la déclinaiſon du Soleil au complément de la hauteur du pôle : ſi cette déclinaiſon & cette hauteur du pôle ſont de même dénomination, c'eſt-à-dire, ſi elles ſont toutes deux ſeptentrionales, ou toutes deux méridionales, & la ſomme, (ou ſon ſupplément à 180°, ſi cette ſomme excede 90°,) ſera la hauteur Méridienne du Soleil. Mais ſi ſa déclinaiſon & la hauteur du pôle du lieu ſont de différente dénomination, c'eſt-à-dire, ſi l'une eſt ſeptentrionale & l'autre méridionale, la différence entre la déclinaiſon du Soleil & le complément de la hauteur du pôle ſera la vraye hauteur Méridienne du Soleil. Ceci n'a pas beſoin d'explication : mais pour *le jour de l'Equinoxe, la hauteur du Soleil à Midi eſt égale à la hauteur de l'Equateur,* qui eſt le complément de la hauteur du pôle.

422. Nous donnons à la fin de ce Traité pluſieurs Tables des hauteurs du Soleil à toutes les heures,

pour différentes latitudes; en voici l'arrangement. La premiere colomne contient les signes avec leurs dégrés de 10 en 10. La dixieme colomne contient également les signes avec leurs dégrés de 10 en 10, mais dans un ordre différent. Prenons pour exemple la Table de 49 dégrés de latitude; on veut sçavoir la hauteur du Soleil à 9 heures du matin au vingtieme dégré du Lion ♌, il faut chercher à la cinquieme colomne vis-à-vis le 20e dégré du Lion, & on trouvera 39° 55′. On veut sçavoir la hauteur du Soleil à 2 heures après Midi au commencement du Scorpion ♏, il faut chercher à la quatrieme colomne vis-à-vis le commencement du Scorpion, & on trouvera 23° 59′. On veut sçavoir la hauteur du Soleil à 11 heures du matin au 20e dégré des Poissons ♓, on cherchera à la troisieme colomne vis-à-vis le 20e dégré des Poissons, lequel se trouve à la dixieme colomne, à la neuvieme ligne en commençant en bas, & on trouvera 35° 27′; ainsi des autres. On remarquera que les signes sont placés de deux en deux l'un vis-à-vis de l'autre.

Pl. 29. 423. Le cylindre portatif BD se fait de bois, d'y-
Fig. 69. voire, ou de quelqu'autre matiere. Son diametre est
Fig. 69. d'environ un pouce, & sa hauteur d'environ trois
Fig 70. pouces. On y ajustera un chapiteau CD, qui ait un
Fig. 71. tenon rond T, Fig. 70, qui entre dans le corps du cylindre BC, Fig. 69, qui y puisse tourner à frottement. Sur ce chapiteau, on enchâssera un style DE, qui puisse se plier ou se coucher tellement dans le tenon du chapiteau, qu'il y soit entierement enchâssé, Fig. 71, afin que l'on puisse remettre le chapiteau dans sa place, sans que le style l'empêche : mais il faut que ce style soit tellement disposé, lorsqu'il est en dehors, qu'il se tienne exactement à angles droits à l'égard de la surface du cylindre.

Pl. 30. 424. Pour tracer le Cadran sur le cylindre por-
Fig. 73. tatif, décrivez sur un papier le parallelogramme rec-

tangle ABCD, dont la largeur AB ou CD ſoit à peu près égale, ou un peu moindre que la circonférence du cylindre. Prolongez la ligne AB pour y marquer la longueur du ſtyle AE, qui déterminera la hauteur du cylindre. Du point E comme centre, & pour rayon EA, faites un arc indéfini AF, ſur lequel vous ferez tous les angles de la hauteur du Soleil; & en premier lieu, pour déterminer la hauteur du cylindre, vous ferez l'angle AEF de la plus grande hauteur du Soleil, qui eſt celle de Midi au jour du ſolſtice d'Eté, lorſque le Soleil eſt au commencement du Cancer. On trouvera dans la Table ci-devant citée, que la hauteur du Soleil eſt pour lors de $64^{\circ}\ 28'$, & ayant tiré & prolongé la ligne EF juſqu'à D, la hauteur du cylindre ſera déterminée.

Mais ſi cette hauteur étoit donnée, il faudroit déterminer la longueur du ſtyle de la maniere ſuivante: du point D, comme centre, décrivez un arc à volonté ſur DA, & par ce moyen vous ferez l'angle ADE égal au complément de la plus grande hauteur du Soleil à Midi de $64^{\circ}\ 28'$; or le complément de $64^{\circ}\ 28'$ eſt $25^{\circ}\ 32'$; c'eſt ainſi que l'on déterminera la longueur du ſtyle, proportionnée à la hauteur du cylindre. Ces angles pourront ſe faire au moyen du compas de proportion, ou par le demi-cercle, comme nous avons dit ailleurs.

425. Il ſera plus aiſé de trouver la longueur du ſtyle par le calcul; pour cela on fera l'analogie ſuivante:

Le ſinus total
eſt à la hauteur du cylindre,
comme la tangente de l'angle complément de la plus grande hauteur du Soleil à Midi
eſt à la longueur du ſtyle.

Pl. 30. *Fig.* 73. On mesurera la hauteur du cylindre avec une échelle des parties égales, & en supposant que cette hauteur est de 200 parties, & l'angle ADE supposé de 25° 32′, on fera le calcul suivant.

log. du nombre 200	230103
log. tangente de 25° 32′	967915
Somme & reste . . .	1198018

qui est le log. de 96 parties; c'est la longueur du style.

426. La longueur du style déterminée ou d'une façon ou de l'autre, on divisera l'arc en dégrés & en minutes; & comme ce seroit bien difficile à cause de sa petitesse, on fera cette division sur un beaucoup plus grand espace sur un autre plan, même plus étendu que celui qu'on voit dans la Figure 72, Pl. 29, qui n'est que pour représenter l'opération. *Pl.* 29. *Fig.* 72. On pourra diviser, si l'on veut, l'arc DGF, au moyen d'un demi-cercle, dont on posera le centre au point E, & sa ligne diametrale au long de la ligne EA. On transportera la longueur du style déjà trouvée de E en A au point A, sur lequel on élevera la perpendiculaire AF suffisamment prolongée. De chaque point de division de l'arc DGF, on tirera des lignes au centre E, qui passent sur la perpendiculaire AF. On ne marquera ces lignes que sur la perpendiculaire AF, n'étant pas nécessaire de les tracer de toute leur longueur. On appliquera le bout d'une regle au point E, & l'autre bout sur chaque division. On marquera ainsi sur la perpendiculaire AF tous les points d'intersection que la regle indiquera; ensuite on écrira sur tous ces points les nombres 5, 10, 15, 20, 25, &c. correspondans à ceux de l'arc DGF. La ligne AF sera une échelle Gnomonique divisée en dégrés, qui serviront à marquer ceux des hauteurs du Soleil.

427. Les choses étant ainsi préparées, on divisera

la largeur AB & CD en six parties égales pour les 12 signes. Par chaque point de division, on tirera des lignes paralleles, qui représenteront le commencement des signes du Zodiaque. On subdivisera encore chaque espace en trois parties égales, afin d'y pouvoir marquer les dégrés des signes de 10 en 10, & par même moyen les commencemens des mois; parce qu'en ces sortes de Cadrans, il n'y a pas d'erreur sensible à fixer l'entrée du Soleil en chaque signe au 10 de chaque mois. *Pl.* 30. *Fig.* 73.

428. On marquera sur ces paralleles les points des heures de la maniere suivante. On voit dans le commencement de la Table ci-dessus mentionnée, à la seconde colomne, 64° 28′. On prendra sur l'échelle Gnomonique de A en F l'espace de ces 64° 28′, & on le portera sur la premiere perpendiculaire de A en D. On reviendra à la même Table, & à la même colomne on trouvera au dessous de 64° 28′, 64° 6′, dont on prendra la distance sur l'échelle Gnomonique de A vers F, & on la portera sur la seconde parallele, en posant toujours une pointe du compas sur la ligne AB; on marquera le second point horaire; ensuite on viendra au troisieme dégré de la Table, qui est 62° 59′, dont on prendra la distance sur l'échelle Gnomonique, posant une pointe du compas au point A, & on portera cette ouverture sur la troisieme parallele. On prendra ainsi de suite dans la seconde colomne de la Table tous les dégrés des signes de 10 en 10, & on les portera sur chaque parallele convenable, marquant un point sur chacune. Ayant donc suivi & marqué tous les points indiqués dans la seconde colomne, on les joindra les uns aux autres par une ligne courbe, semblable à celle de la Figure 73: ce sera l'heure de Midi pour toute l'année. *Pl.* 30. *Fig.* 73. & *Pl.* 29. *Fig.* 72.

Pour décrire la courbe suivante, qui est celle de 11 heures du matin & d'une heure après Midi, on

Pl. 16. *Fig.* 44. ſuivra la troiſieme colomne, au commencement de laquelle on trouvera 61° 51′; enſuite 61° 31′, &c. On prendra toutes ces diſtances ſur l'échelle Gnomonique, & on les portera ſur chaque parallele convenable. Au moyen des points qu'on aura marqués ſur chacune, on décrira la ſeconde courbe, comme on voit dans la Figure. Pour celle de 10 heures du matin & 2 heures après Midi, on ſe ſervira de la quatrieme colomne; ainſi des autres heures.

429. On peut ſe diſpenſer de conſtruire l'échelle Gnomonique AD, qui n'eſt pas facile à exécuter. Il ſera mieux de ſe ſervir d'un calcul tout fait dans les Tables des ſinus, tangentes, &c. Pour cela, on cherchera la tangente naturelle de chaque dégré & minute de la hauteur du Soleil. Par exemple, on trouvera que pour 64° 28′, la tangente naturelle eſt 209 parties égales de quelque échelle. En ce cas, il faut déterminer la longueur du ſtyle à 100 des mêmes parties; & comme les tangentes naturelles, telles qu'elles ſont dans les Tables, ſont compoſées de huit chiffres, & que l'on n'en ſuppoſe que trois dans la longueur du ſtyle, qui eſt 100, il faudra retrancher cinq chiffres de chaque tangente. Ainſi, quoique la tang. natur. de 64° 28′ ſoit ce nombre 20934084, il ne faudra prendre que les trois premiers chiffres 209. Si le ſtyle avoit 200 parties de long, il faudroit doubler les cinq premiers chiffres de la tangente 20934; ce qui feroit 41868, dont on retrancheroit enſuite les deux derniers chiffres: il reſteroit 419, en ajoutant une unité, parce que 68, qui ſuivent, valent plus de 50. Si le ſtyle avoit 1000 parties de long, il ne faudroit retrancher que quatre chiffres de ceux de la tangente, & ne prendre que les quatre premiers. S'il avoit 2000 parties, il faudroit doubler les cinq premiers chiffres de la tangente, &c. Si encore ce ſtyle avoit 10000 parties, il ne faudroit retrancher que trois chiffres de chaque

tangente, &c. Si on vouloit faire un cylindre fort grand pour poser dans un jardin, cette derniere hypothese pourroit être de quelque utilité : mais il faudroit que le cylindre entier pût tourner sur un pivot, & son chapiteau devroit tourner aussi dans le cylindre. *Pl.* 30. *Fig.* 73.

430. Si donc on veut se servir de la Table des tangentes naturelles, ce qui sera infiniment plus facile, on verra dans les Tables la tangente naturelle convenable à chaque dégré de hauteur du Soleil ; ensuite au moyen de l'échelle des parties égales, on prendra le nombre des parties égal à celui de la tangente que l'on trouve dans les Tables, en retranchant le nombre convenable des chiffres, & on portera cette distance sur la parallele qui représente le dégré du signe sur lequel on opere. Ainsi on suivra toutes les heures & tous les signes, selon la Table des hauteurs du Soleil. Par exemple, on veut marquer le point de 4 heures après Midi sur la parallele qui désigne le 10e dégré du Bélier ; je remarque dans la Table ci-dessus indiquée, que la hauteur du Soleil est alors de 22° 18′ ; je cherche dans les Tables des sinus la tangente naturelle de 22° 18′, je trouve que c'est ce nombre 4101299 ; j'en retranche les cinq derniers chiffres : restera 41, qui est le nombre des parties, que je porte sur la parallele qui représente le 10e dégré du Bélier. Ce nombre 41 doit se prendre avec un compas sur une échelle des parties égales. Nous supposons toujours que le style a 100 parties de longueur ; il faudra se souvenir de retrancher toujours cinq chiffres, quand même il n'en resteroit qu'un ou point du tout. Tous les points étant marqués & les courbes horaires tracées par-tout où il le faut, on écrira les chiffres horaires, comme on le voit dans la Figure, de même que la premiere lettre du nom de chaque mois. Les chiffres des signes seront effacés, comme étant inutiles.

Pl. 30. *Fig.* 73. 431. Le tout étant fini, on collera proprement le papier autour du cylindre. Il faut remarquer que si l'on veut que les lignes soient nettes, il ne faut pas les tracer avec de l'encre ordinaire, mais avec de la bonne encre de la Chine, qui ne s'étend point comme l'autre quand on colle le papier. On peut tracer le Cadran immédiatement sur le cylindre, sans le décrire auparavant sur le papier. On n'aura qu'à tracer sur le corps rond du cylindre les mêmes points & les mêmes lignes que sur le papier; mais c'est un peu plus difficile.

Pl. 29. *Fig.* 69. *Fig.* 70. *Fig.* 71. 432. Pour se servir de ce Cadran, on fera tourner le chapiteau, (le style étant en dehors,) jusqu'à ce que le style soit sur la parallele du mois où l'on est; on suspendra le cylindre, présentant le bout du style directement vers le Soleil, en sorte que son ombre n'aille point en biaisant d'un côté ni d'autre, mais verticalement, & parallelement aux lignes verticales qui représentent les signes du Zodiaque. Le cylindre étant ainsi librement suspendu, on verra sur quelle courbe horaire le bout de l'ombre du style tombera; on suivra avec les yeux cette courbe jusqu'aux chiffres horaires, & on connoîtra ainsi l'heure qu'il est. Chaques dix jours on changera de parallele; & même, pour plus grande précision, on en pourra changer tous les cinq jours, faisant aller le style au milieu de l'entre-deux de chaque parallele. Lorsqu'on se sera servi du cylindre, on ôtera le chapiteau, on couchera le style dans sa rainure, & on remettra le chapiteau à sa place ordinaire dans le bout du cylindre. Il est bon de mettre un petit anneau à l'extrémité supérieure du chapiteau, afin que le cylindre soit suspendu bien librement; car il est essentiel de le tenir bien à plomb, quand on veut voir l'heure.

433. Le Cadran cylindrique est fort bon & commode, d'une construction facile; mais il a le défaut ordinaire de tous ceux qui marquent l'heure par la

hauteur du Soleil, qui eſt de n'être pas bien juſtes vers l'heure du Midi, parce que le Soleil ne monte pas ſenſiblement à cette heure-là. On ne diſtingue pas même bien ſouvent ſi l'extrémité de l'ombre marque l'heure un peu avant Midi, ou un peu après Midi, attendu que le point eſt le même. Pour les autres heures plus éloignées de Midi, on ne ſçauroit s'y tromper, parce que l'on ſçait toujours ſi l'on eſt à quelque heure avant ou après Midi.

434. La ſeconde eſpece de Cadran portatif qui marque l'heure par la hauteur du Soleil, ſe trace ſur une plaque de quelque métal ou de bois ou d'yvoire. Sa grandeur ordinaire eſt à peu près comme une carte à jouer, afin de le porter aiſément dans un étui ou dans des tablettes. On peut le faire plus grand, ſi l'on veut, ou bien s'il ne doit pas ſe mettre dans la poche, qu'il ne ſerve que dans le cabinet, on le fera d'une grandeur à diſcrétion. Plus il ſera grand, plus il ſera juſte. Du reſte, il eſt fort commode & très-peu embarraſſant; il a pourtant les mêmes défauts que le cylindre portatif (433).

Soit donc ABCD la figure dont on doit faire ce Cadran, & ayant tracé une petite bordure autour des trois côtés AD, AB & BC, on marquera ſur la ligne EF de la bordure dix-huit petites parties égales, depuis F juſqu'à G, en ſorte que le reſte EG de cette ligne ſoit au moins le tiers de EF; & du point E comme centre, qui eſt dans l'angle de la bordure, on décrira fort légerement des arcs de cercle par toutes ces diviſions, leſquels il faudra effacer quand le Cadran ſera fait. *Pl.* 31. *Fig.* 74.

Du même centre E, on décrira un grand arc de cercle d'un auſſi long rayon que l'on pourra, comme de 12, 15, 20 ou 24 pouces; plus cet arc ſera grand, plus on aura de juſteſſe. On prolongera la ligne EF juſqu'à ce qu'elle touche ce grand arc, lequel on diviſera en dégrés & minutes, à l'aide d'un bon

Pl. 31. *Fig.* 74. demi-cercle exactement divisé. Chaque arc que l'on aura décrit par chacune des dix-huit divisions de la ligne EF, représente deux signes du Zodiaque avec leurs dégrés de 10 en 10. Le premier GO représente le premier dégré du signe du Cancer, & le dernier FV représente le commencement du Capricorne.

435. Pour tracer ce Cadran, il faut se servir de la Table des hauteurs du Soleil, calculée pour la hauteur du pôle du lieu où l'on doit se servir du Cadran. Nous nous servirons pour exemple de celle de 49 dégrés de latitude, où l'on trouve la hauteur du Soleil à Midi de 64° 28′, pour le premier point du Cancer, qui est l'arc GO. On posera donc une regle assez longue, qui d'un bout soit sur le point E, & de l'autre bout sur le 64ᵉ dégré 28 minutes du grand arc de cercle, où les divisions commencent au point où la ligne EF le coupe. La regle ainsi posée, on marquera un point qui touche la regle sur l'arc GO, qui sera le point de Midi du commencement du Cancer. De même pour un autre arc comme IK, qui représente le premier point du Bélier, on trouvera dans la Table que la hauteur du Soleil à Midi est de 41°; on posera la regle sur le point E, & sur le 41ᵉ dégré du grand arc de cercle, & on marquera un point là où la regle coupe l'arc IK, qui sera le point de Midi sur le commencement du Bélier & de la Balance. On fera la même chose par chaque dixieme dégré des signes pour la même heure de Midi; ensuite on menera par tous ces points la courbe XII, K, XII, qui sera la courbe horaire de Midi.

On fera la même chose pour toutes les autres heures sur ce Cadran : on remarquera seulement que les points trouvés pour les signes depuis le Cancer jusqu'au Capricorne, sont les mêmes que pour les autres six signes, & que les lignes des heures servent pour devant & après Midi à même distance,

comme elles ſont marquées dans la Figure ; c'eſt-à-dire, que la ligne de 11 heures eſt la même que celle d'une heure ; celle de 10 heures eſt la même que celle de 2 heures, & ainſi des autres : ce qui eſt de même pour tous les Cadrans qui ſont conſtruits ſur le même principe des hauteurs du Soleil. *Pl.* 31. *Fig.* 74.

436. Quand on aura marqué tous les points horaires ſur chaque arc de cercle, & que l'on aura tracé les courbes qui paſſent ſur tous les points correſpondans de la même heure, on effacera le nom des ſignes du Zodiaque, & on y écrira ceux des mois de l'année, fixant le commencement de chaque mois au 10[e] dégré de chaque ſigne. Enfin on attachera à la platine du Cadran deux petites pinules pliantes, qui répondent au côté AB ; en ſorte que leur petit trou ſoit dans une ligne bien parallele à AB, & l'on attachera un petit plomb dont la ſoye paſſe par un très-petit trou que l'on fera au point E. Ce filet doit porter une petite perle ou grain fort délié, qui puiſſe couler au long du fil quand on le pouſſe.

437. Il eſt bon de tracer ce Cadran ſur un grand papier ; & quand il ſera fini, comme nous venons de l'enſeigner, on coupera tout le papier ſuperflu ; enſuite on pourra le tranſporter ſur une platine de cuivre ou autre matiere, en faiſant une grande quantité de petits trous au papier, & on le poncera ſur le cuivre. Les Graveurs ont bien des expédiens pour copier très-exactement ces ſortes de choſes. Les pinules pourront être pliantes, au moyen d'une charniere ou autrement.

438. Quand on voudra ſe ſervir de ce Cadran, on redreſſera les pinules ; on étendra la ſoye ſur le point du jour du mois où l'on eſt, & l'on fera couler la perle ſur ce même point ; enſuite on expoſera bien verticalement le Cadran au Soleil, en ſorte que le rayon de lumiere paſſe de la pinule B à la pinule A. Pour lors la ſoye du plomb pendant librement &

rasant la platine, la petite perle désignera l'heure qu'il est. Au reste, on voit assez dans la Figure la construction de ce Cadran ; & en l'examinant bien, on peut suppléer à une explication plus détaillée.

439. On fait une autre sorte de Cadran sur le même principe que le précédent ; il n'en differe que pour la Figure. On le trace sur un quart de cercle. Il y a également des courbes horaires, deux pinules, un plomb avec sa soye qui porte une petite perle. En un mot, ce Cadran est absolument le même que le précédent, excepté pour la Figure, qui n'en paroît pas aussi gracieuse que l'autre ; c'est pourquoi nous avons préféré le premier.

440. A l'égard de l'Anneau astronomique, on en fait d'un seul cercle, dont nous ne parlerons point, parce qu'ils sont sujets à beaucoup d'inconvéniens. Il y en a à deux cercles ; mais comme ils ont un défaut très-considerable, nous n'en donnerons pas la description. Ce défaut consiste en ce que le jour des Equinoxes ils ne peuvent point marquer aucune heure. Le même inconvénient se présente tous les jours vers le Midi : mais nous donnerons la construction de celui qui a trois cercles, appellé l'Anneau astronomique universel, qui, quoiqu'assez composé, & assez difficile à faire, n'a point les défauts des autres, mais qui a toujours celui de ne pouvoir être parfaitement juste vers le Midi, comme tous les Cadrans qui marquent l'heure par la hauteur du Soleil. En voici la construction.

Pl. 32. *Fig.* 75. 441. Cet instrument est composé de trois cercles plats, bien tournés en dedans & en dehors. L'extérieur marqué A représente le Méridien du lieu où l'on est ; il porte deux divisions de 90° diametralement opposées, dont l'une sert depuis notre pôle septentrional jusqu'à l'Equateur, & l'autre depuis l'Equateur jusqu'à l'autre pôle, qui est le méridional. Le second cercle B est contenu dans le premier,

& y doit tourner juste entre deux pivots ou goupilles P, qui traversent les deux cercles par des trous diametralement opposés l'un à l'autre aux points de 12 heures. Au dedans du second cercle se place le troisieme CDC, en sorte qu'il puisse tourner sur deux pivots attachés au Méridien, au moyen de deux supports SS. Au milieu du troisieme cercle est attachée l'alidade E, qui porte à ses deux bouts deux pinules I, percées chacune de trois petits trous pour recevoir les rayons du Soleil. Le second cercle représente l'Equateur, & doit se tenir situé perpendiculairement au premier. Il y a pour cela à ses deux pôles une piece exprès marquée P. Le troisieme cercle représente les signes du Zodiaque, sur lequel ils sont tracés. Quoique la piece intérieure CDC ne paroisse pas un cercle, ç'en est pourtant un duquel on a retranché tout le superflu.

442. On divisera le second cercle appellé l'Equinoxial en 24 parties égales, qui seront les points horaires sur lesquels on gravera les chiffres des heures. Sur le troisieme cercle on posera les signes du Zodiaque, la moitié d'un côté & l'autre moitié au côté diametralement opposé. Pour marquer ces divisions des signes, on commencera à tirer une ligne qui passe par le centre de ce cercle, laquelle représentera sur les deux côtés opposés les signes du Bélier & de la Balance. Aux deux côtés de celle-là, on en tirera une autre qui passe également au centre, & qui fasse un angle égal à la déclinaison du Soleil aux signes suivans, qui sont le Taureau & la Vierge, avec les Poissons & le Scorpion. Or la déclinaison du Soleil à ces signes est de 11° 29′, qui est l'angle que ces deux lignes, se croisant au centre, doivent faire avec la premiere du Bélier & de la Balance. On tirera encore deux autres lignes qui passent par le centre, & qui feront avec celle du Bélier & de la Balance l'angle de 20° 11′; ce qui sera pour les quatre autres

ſignes ſuivans, qui ſont le Verſeau & le Sagittaire, les Gémeaux & le Lion. Enfin on tirera deux autres lignes qui paſſent par le centre, & feront avec celle du Bélier & de la Balance l'angle de 23° 28'; ce qui repréſente le Cancer & le Capricorne. On poſera donc d'un côté le Capricorne, le Sagittaire, le Scorpion, la Balance, la Vierge & le Lion; & de l'autre côté oppoſé, le Verſeau, les Poiſſons, le Bélier, le Taureau, les Gémeaux & le Cancer.

443. Pour finir cet inſtrument il n'y manque que le pendant F, qui doit porter un anneau; ce pendant doit pouvoir couler ſur le bord du cercle Méridien. Pour cela, il y aura une rainure ſur le Méridien. Les côtés du pendant ſeront aſſez longs & aſſez forts pour faire reſſort, & en appuyant ſur la circonférence convexe du Méridien, ils font tenir le pendant fixe ſur tous les dégrés de la diviſion où on veut le mettre. Le pendant eſt compoſé de trois pieces; la premiere eſt ce reſſort, dont une partie eſt repliée pour entrer dans la rainure faite aux deux faces du Méridien; la ſeconde piece eſt le bouton qui eſt rivé ſur le reſſort, dans lequel il doit tourner très-librement; & enfin l'anneau, qui doit être auſſi bien libre dans le bouton, afin de pouvoir tenir l'inſtrument bien vertical quand on s'en ſert; car cela eſt eſſentiel.

444. Pour ſe ſervir de cet inſtrument, on placera la petite ligne qui eſt au milieu du curſeur du pendant F, ſur le dégré de l'élévation du pôle du lieu où l'on eſt. On poſera la ligne de foi de l'alidade ſur le jour du mois, ou ſur le dégré du ſigne du jour où l'on eſt; & enſuite le cercle Equinoxial étant ouvert à angles droits avec le Méridien, on avancera ou on reculera le cercle intérieur, qui eſt le troiſieme, en le faiſant tourner juſqu'à ce que le rayon du Soleil paſſe par les trous des deux pinules. Alors la ligne qui eſt tracée au milieu de l'épaiſſeur

convexe du troisieme cercle, montrera l'heure ou partie de l'heure tracée sur la surface du cercle Equinoxial, & cela à toutes les heures du jour en quelque temps que ce soit.

445. Cet instrument se fait de quelque métal, comme laiton, argent, &c. On fait de ces Cadrans depuis deux pouces jusqu'à douze de diametre. Les plus grands sont toujours les plus justes : il doit être tellement construit, que lorsqu'on s'en est servi, on arrange les trois cercles, de sorte qu'ils ne font ensemble qu'une superficie plate, & l'on met tout l'instrument dans un étui. Il peut servir par toute la Terre, & n'a pas d'autre défaut que celui de ne pouvoir être parfait pour l'heure de Midi, comme nous avons dit auparavant : celui-ci est préférable aux deux précédens, mais il est d'une plus grande dépense.

SECTION III.

Cadran Analemmatique.

446. ON appelle *Analemme* la projection ou représentation orthographique des principaux cercles de la sphere sur un plan ; & ce Cadran s'appelle *Analemmatique*, parce que pour le construire on est obligé de représenter les principaux cercles de la sphere sur un plan. Après que l'on a trouvé les points qui constituent le Cadran, on efface tous les traits & les lignes de construction, qui sont en assez grand nombre. Voici donc comment se décrit ce Cadran ; il faut commencer par construire l'analemme de la maniere suivante.

Tirez premierement les lignes AB, CD, qui se coupent à angles droits au point E, duquel comme *Pl.* 33. *Fig.* 76.

centre décrivez le cercle ABCD, représentant le Méridien ; son diametre CD l'horison, & AB le premier vertical. Du point D, comptez jusqu'en F l'élévation du pôle, qui sera supposée de 49°, & tirez la ligne FE représentant l'axe du Monde ; de l'autre côté, comptez sur le Méridien de C en G l'élévation de l'Equateur, qui sera de 41°, la hauteur du pôle étant supposée de 49°, & tirez la ligne GE pour l'Equateur. Du point G, comptez de part & d'autre jusqu'en H & en I, 23° 28′, pour la plus grande déclinaison du Soleil. Tirez la ligne HI, coupant l'Equateur au point Y, duquel comme centre vous décrirez le cercle HLIK, ou seulement sa moitié que vous diviserez en 6 parties égales. Par chaque point de division, tirez les paralleles à l'Equateur jusqu'à la ligne horisontale. Des sections que font les paralleles sur le grand cercle, abaissez des perpendiculaires, qui rencontreront l'horisontale aux points MNOP, & des sections faites par lesdites paralleles sur l'axe EF, abaissez les perpendiculaires indéfinies S*c*, R*b*, Q*a* ; ouvrez ensuite le compas de l'espace EM, & de cette même ouverture, posez une pointe sur N, & de l'autre coupez par un petit arc la ligne Q*a* ; posez une pointe sur O, & coupez la ligne R*b* par un petit arc au point *b* ; puis toujours de la même ouverture EM, posez une pointe en P, & de l'autre pointe coupez la ligne S*c* au point *c*.

Pour construire le petit Zodiaque, prenez la distance *o c*, que vous porterez de E vers A & vers B, pour les Tropiques du Cancer ♋ & du Capricorne ♑ ; prenez la distance 4 *b*, & la portez de même au point E, pour les paralleles des Gémeaux ♊ d'un côté, & celui du Verseau ♒ de l'autre. Prenez enfin la distance X *a* pour marquer du même point E, d'un côté le parallele du Taureau ♉, & de l'autre, celui des Poissons ♓ ; c'est-à-dire, qu'il faut prendre les distances X *a*, 4 *b*, *o c* sur les lignes N*a*, O*b*, P*c*, depuis

depuis leur interſection X40 avec la Méridienne juſqu'aux extrémités *a b c*, & les porter chacune ſucceſſivement au point E, à droite & à gauche ſur le petit Zodiaque que vous formerez, comme il ſe voit en la Figure.

Pour avoir les points des heures, du centre E & de l'intervalle EM, décrivez le cercle MTZV, diviſez-le en 24 parties égales, de même que le grand cercle ABCD; & de chaque diviſion oppoſée, tirez des lignes droites, ſçavoir, celles du grand cercle paralleles à la ligne AB, & celles du petit cercle paralleles à la ligne CD: or les ſections de ces lignes ſeront les points des heures, ce qu'il faut entendre des ſections les plus proches du grand cercle. Tracez par ces points une courbe adoucie, qui, en ce cas, eſt une ovale, comme la Figure le montre. Les heures du matin ſont à gauche, & celles du ſoir à droite. Pour avoir les demi-heures, on diviſe les cercles en 48 parties égales; & pour avoir les quarts, en 96 parties.

447. L'Analemme étant ainſi conſtruit, transportez avec un compas ſur une plaque de laiton, bien dreſſée & polie, toutes les ſections des heures de la circonférence de l'ovale B, en les traçant légerement de point en point, & marquez-y les mêmes heures, comme elles ſont marquées dans la Fig. 76. *Pl.* 34. *Fig.* 77.

Transportez-y auſſi le trigone des ſignes, prenant avec un compas toutes les diſtances les unes après les autres, de telle ſorte que les ſignes du Bélier ♈ & de la Balance ♎ ſoient dans la ligne de 6 heures. Placez-y les caracteres des ſignes, ou les noms de chaque mois, chacun en leur ordre. Le milieu du trigone doit être fendu, pour y faire couler le curſeur C, qui porte le ſtyle droit D, qui ſe leve ou ſe couche au moyen d'une eſpece de charniere. *Fig.* 78.

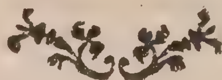
Sur l'autre partie de la même plaque, on trace un Cadran horiſontal, ſuivant les regles ordinaires

pour la même latitude qu'a été fait l'Analemme. On y place le ſtyle ou axe vers E perpendiculairement ſur la ligne de Midi, & cet axe ſe couche & ſe redreſſe au moyen du reſſort qui eſt ſous la plaque.

448. Pour ſe ſervir de ce Cadran, on le poſera bien de niveau. On mettra le curſeur avec ſon ſtyle droit ſur le jour du mois, ou ſur le dégré du ſigne où ſe trouve actuellement le Soleil. On tournera le Cadran ou d'un côté ou de l'autre, juſqu'à ce que les deux Cadrans s'accordent & marquent la même heure. Si, par exemple, le ſtyle droit du Cadran Analemmatique marque 10 heures, il faut que l'axe du Cadran horiſontal marque pareillement 10 heures; en ce cas, ce ſera la véritable heure, & il ſera bien orienté.

Ce Cadran paroît préférable à tous les autres Cadrans portatifs, de quelque eſpece qu'ils ſoient, ſurtout ſi on le faiſoit un peu grand. Il n'a pas les défauts des Cadrans à bouſſole, puiſqu'il n'en a point: il n'a pas ceux des Cadrans qui marquent l'heure par la hauteur du Soleil; car toutes les heures peuvent être auſſi juſtes que celles des Cadrans horiſontaux ordinaires.

449. On fait une quantité d'autres eſpeces de Cadrans: on en conſtruit ſur une croix, ſur des polyhedres, où l'on voit un nombre de Cadrans, un ſur chaque face; on en conſtruit ſur des globes, ſur la ſurface concave d'un cylindre, &c. Tous ces Cadrans ſont plus curieux qu'utiles. Ceux qui voudront les connoître, pourront les voir dans pluſieurs Auteurs qui les ont décrits.



OBSERVATIONS

SUR LA

MANIERE DE REGLER

LES HORLOGES.

450. AYANT enſeigné l'art de tracer des Cadrans ſolaires, on pourra avoir l'heure avec exactitude par leur ſecours. Comme le Soleil ne luit pas toujours, il reſteroit beaucoup de temps, pendant lequel on ignoreroit l'heure, ſi l'on n'eût pas inventé les Horloges, qui font tant d'honneur à l'eſprit humain. Mais ces ingénieuſes machines, pour être utiles, ont beſoin d'être reglées de temps en temps ſur le Soleil. Ainſi pour rendre les productions de la Gnomonique d'un uſage plus étendu, nous nous ſommes propoſé de donner quelques avis, non ſeulement pour mettre les Horloges à l'heure, mais encore pour regler leur marche, & rendre leur mouvement conforme au temps moyen, qui eſt celui qui leur eſt propre. Par le terme *Horloge*, nous entendons en général les trois eſpeces ordinaires, les Montres de poche ou portatives, les Pendules, & les groſſes Horloges. Nous les diſtinguerons, quand il ſera néceſſaire.

451. L'heure la plus propre & la plus commode pour regler une Horloge, eſt celle de Midi, priſe ſur une bonne Méridienne; ou, à ſon défaut, ſur le Midi d'un Cadran ordinaire fait avec ſoin. On pourroit également choiſir une, deux ou trois heures avant ou après Midi, pourvû qu'on prenne toujours la même heure pour les obſervations.

452. Si l'on choiſit l'heure de Midi, on y mettra exactement l'Horloge : or pour faire cette opération

comme il faut, il convient de distinguer l'espece d'Horloge. S'il s'agit d'une montre de poche à secondes, on laissera aller l'aiguille des secondes sur 60; alors on arrêtera le mouvement, au moyen de la détente qui est exprès pour cela. Ensuite on menera avec la clef l'aiguille des minutes également sur 60, & celle des heures suivra, & se trouvera sur XII heures. L'aiguille des secondes est si foible, qu'il ne faut jamais la faire tourner ni la toucher; car on risqueroit de la gâter, & même d'endommager l'échappement. Lorsqu'on verra l'instant de Midi sur la Méridienne, on fera partir sur le champ le mouvement de la Montre, au moyen de la détente. Si la Montre est simplement à minutes, on la mettra à l'heure de Midi à l'ordinaire, en faisant tourner l'aiguille des minutes avec la clef: on la menera ainsi à 60, & celle des heures se trouvera d'elle-même à XII heures.

453. Si c'est une Pendule à secondes, on pourra faire tourner à la main à l'instant de Midi, premierement l'aiguille des secondes, & ensuite celle des minutes, faisant en sorte qu'au moins celle des secondes se trouve dans le moment de Midi sur 60. Autrement, on arrêtera le mouvement, on mettra les aiguilles des secondes & des minutes sur 60, celle des heures sur XII heures, & on redonnera le mouvement à l'instant de Midi. Si la Pendule est simplement à minutes, on la mettra à l'heure de Midi, en menant à la main l'aiguille des minutes sur 60, & celle des heures se trouvera sur XII heures. Si c'est une grosse Horloge, on la fera sonner à l'instant de Midi, en avançant le mouvement, & non en levant la détente.

454. Si la Pendule ou l'Horloge se trouvent éloignés de l'endroit où est la Méridienne, comme c'est l'ordinaire, on se servira d'une Montre que l'on mettra à l'heure à l'instant de Midi sur la Méri-

dienne ; & on mettra la Pendule ou l'Horloge sur l'heure où la Montre se trouvera lorsqu'on sera revenu ; ce qu'il convient de faire au plutôt. Si l'on veut une plus grande exactitude, & que la Méridienne ne se trouve pas trop éloignée, on conviendra d'un signal, comme d'un coup de pistolet ou autrement ; & aussitôt que celui qui sera au devant de la Méridienne, voyant arriver l'instant de Midi, se sera fait entendre, on mettra sur le champ l'Horloge à l'heure. Mais il faut observer que si depuis la Méridienne jusqu'à la Pendule, il y a 180 toises d'éloignement, le son demeurera à peu près une seconde à parcourir cette distance ; ainsi il faudra avoir égard à ce retardement. S'il y a 300 toises d'éloignement, il faudra avancer la Pendule de deux secondes.

455. Quand on aura mis ainsi exactement l'Horloge à Midi, on examinera le lendemain à la même heure si l'Horloge a avancé ou retardé de la quantité de secondes indiquées dans la Table ci-après, qui a pour titre : *Table du nombre des secondes, dont une Pendule doit avancer ou retarder*, &c. pour le jour où l'on fait l'observation. Si l'on y apperçoit de la différence, l'Horloge aura avancé ou retardé. Par exemple, si l'on a mis l'Horloge à Midi le 17 Novembre, & que le lendemain 18 elle ait avancé de 14 secondes sur le Soleil, on sera assuré que l'Horloge est bien reglée. On trouvera dans la Table, dont nous venons de parler, que du 17 Novembre au 18, l'Horloge doit avancer de 14 secondes. Si le 18 elle se rencontroit juste à Midi sur la Méridienne, il en faudroit conclure qu'elle auroit retardé de 14 secondes. Si le Midi de la Pendule précedoit celui du Soleil seulement de 6 secondes, elle retarderoit réellement de 8 secondes ; puisque, selon la Table, elle doit préceder de 14 secondes le Midi de la Méridienne. On ne doit la regarder comme bien re-

glée, qu'autant qu'elle avancera ou retardera conformément à la Table. Alors on ſera ſûr qu'elle ſuivra le temps moyen.

456. Si c'eſt une Horloge à ſecondes, comme une Montre à ſecondes, ou une Pendule, on s'appercevra plus aiſément de cette différence; en ce cas, l'obſervation ſera toujours bien ſenſible : mais ſi la Montre ou la Pendule ſont ſimplement à minutes, on attendra deux ou trois jours, ou même davantage, parce que le défaut ne ſeroit pas aiſé à appercevoir dans 24 heures; mais alors on additionnera toutes les ſecondes contenues dans la Table pour ces deux ou trois jours, & on examinera ſi la Montre aura avancé ou retardé, conformément à la ſomme de ces ſecondes.

457. S'il ſe rencontre que d'une obſervation à l'autre, l'Horloge doive en partie avancer & en partie retarder, comme l'on voit dans la Table vers le 10 Février, le 15 Mai, le 26 Juillet & le premier Novembre, il faudra eſſentiellement y avoir égard.

458. Quand on ſera bien poſitivement aſſuré par les obſervations précedentes que l'Horloge avance, on en retardera le mouvement; ce ſera le contraire, ſi elle retarde. Pour avancer le mouvement d'une Montre, on tournera avec la clef, tant ſoit peu à droite, l'aiguille de la roſette ou cadran du coq. Quand nous diſons à droite, il faut entendre le même ſens dans lequel on tourneroit l'aiguille des minutes, ſi on avançoit l'heure de la Montre. On verra ſur le cadran du coq quelques chiffres qui indiquent de quel côté il faut tourner l'aiguille pour avancer ou retarder le mouvement; par exemple, c'eſt avancer que d'aller de 3 à 4, de 4 à 5, &c. & c'eſt reculer ou retarder que d'aller de 5 à 4, ou de 4 à 3, &c. Du reſte, on tournera très-peu l'aiguille de la roſette, comme de l'épaiſſeur d'un liard à chaque fois. On réiterera la même obſervation & la même opération juſqu'à

ce que l'Horloge aille bien : mais pour faire une seconde observation, on remettra toujours l'Horloge exactement à l'heure de Midi.

459. Pour avancer ou retarder le mouvement d'une Pendule, il faut hausser ou baisser la lentille, en tournant à droite ou à gauche l'écrou qui la soutient. Si on hausse ou baisse la lentille d'un pendule qui bat les secondes, la Pendule avancera ou retardera d'une minute 38 secondes dans 24 heures. Un quart de ligne d'allongement ou de raccourcissement sur un pendule qui bat les demi-secondes, produira le même effet. On avancera ou retardera le mouvement d'une grosse Horloge, comme celui d'une Pendule.

460. On peut regler une Horloge sur une Méridienne du temps moyen, comme nous l'avons dit art. 375, pag. 245 ; mais on ne peut la mettre au Midi vrai que lorsqu'elle sera entierement reglée, à moins qu'on ne tienne compte du nombre des minutes & des secondes qui font la différence du temps vrai au temps moyen. On pourroit en voir une Table dans le livre de la *Connoissance des Temps* : mais on évitera toutes ces attentions, en mettant l'Horloge à Midi dans l'instant où le point de lumiere est sur la courbe de la Méridienne du temps moyen, indiquée par le mois où l'on est. Le lendemain, ou quelques jours après, on examinera s'il est encore Midi précis à l'Horloge, lorsque le point de lumiere est sur la même courbe, quoiqu'en un endroit différent ; en ce cas, l'Horloge sera bien reglée, puisque sa marche sera conforme au temps moyen : c'est ainsi qu'on reconnoîtra, sans le secours d'aucune Table, si l'Horloge avance ou retarde. Lorsqu'on sera assuré de sa justesse, on la mettra au Midi vrai, auquel on la remettra de temps en temps, au moins de huit en huit jours, surtout en certains temps de l'année, où les révolutions du Soleil sont plus sen-

siblement inégales ; ce qu'on pourra remarquer dans la Table aux mois de Janvier, Mars, Avril, Juin, Septembre & Décembre.

461. Le lever & le coucher du Soleil sont encore assez propres à regler une Horloge : on aura un Calendrier fait pour la latitude du lieu où l'on se trouve; on y remarquera l'heure du lever du Soleil au jour où l'on est. On mettra l'Horloge à cette heure, au moment où la moitié de son disque paroît sur l'horison. On verra le lendemain, ou un autre jour, si lorsque la moitié du disque du Soleil paroît de nouveau sur l'horison, l'Horloge marque l'heure indiquée dans le Calendrier pour ce jour-là. On se servira de la Table indiquée ci-dessus, pour sçavoir de combien de secondes l'Horloge doit avoir avancé ou retardé dans 24 heures, ou dans plusieurs jours. En un mot, on se servira du lever ou du coucher du Soleil, comme de l'heure de Midi. Nous supposons que dans le Calendrier dont on se sert, on a eu égard à la réfraction, comme c'est l'usage depuis quelques années. Nous supposons encore que l'horison est bien découvert, qu'il n'y a point de montagnes, &c. Si on n'a pas un Calendrier pour la latitude du lieu où l'on est, on pourra faire le calcul soi-même pour les jours où l'on fait les observations. On en trouvera la méthode ci-après dans la Table des matieres, au mot *Lever du Soleil.*

Il faut remarquer qu'on se servira du lever ou du coucher du Soleil comme de l'heure de Midi, au cas qu'on n'ait point de Méridienne ou de bon Cadran solaire. Mais cette méthode n'a pas toute la précision qu'on pourroit desirer, à cause de la réfraction horisontale qui est sujette à des variations considerables.

462. Nous avons donné jusqu'à présent les moyens ordinaires & généraux pour regler les Horloges : mais il en est encore un qu'on met en usage pour recti-

fier, avec beaucoup de précision, une Pendule à secondes. Il consiste à se servir des Etoiles, dont la révolution est invariablement de 23 heures 56 minutes & 4 secondes : on en choisira une vers le Midi qui soit bien sensible, & que l'on puisse reconnoître le lendemain, ou un autre jour dans le besoin. Mais on observera de ne pas prendre une Planete pour une Etoile : on reconnoîtra les Planetes en ce qu'elles paroissent plus grandes que les Etoiles ; elles ne sont pas aussi brillantes, & elles ne scintillent point, c'est-à-dire, que leur lumiere ne fait aucun mouvement, comme celle des Etoiles. Pour ne pas risquer de se tromper dans le choix de l'Etoile sur laquelle on doit faire l'observation, & pouvoir la retrouver, on remarquera sa situation par rapport à celles qui sont aux environs : par ce moyen on la reconnoîtra facilement.

463. Quand on sera déterminé pour une Etoile, & qu'on l'aura bien remarquée, on fera l'observation de la maniere suivante. On se placera au côté du jambage d'une fenêtre de la chambre où est la Pendule, si la fenêtre regarde le Midi, & ayant un œil fermé, on visera, de ce jambage de fenêtre, vers le côté d'un clocher ou d'une cheminée, ou vers le coin d'un mur ; le tout assez éloigné de la fenêtre, regardant toujours l'Etoile en question ; & à l'instant où elle se cachera derriere l'objet où l'on vise, on fera un signal à une autre personne qui sera devant la Pendule, & qui remarquera à quelle seconde l'Etoile a passé au moment du signal dont on sera convenu ; on écrira cette seconde. Si l'on est seul à faire l'observation, & que la fenêtre soit assez près de la Pendule pour qu'on puisse entendre le battement des secondes, à l'instant où l'Etoile se cachera, on comptera les battemens des secondes jusqu'à ce qu'on soit arrivé au devant de la Pendule ; & ôtant le nombre de secondes qu'on aura compté de

celui qu'on aura trouvé en arrivant à la Pendule, on aura l'heure & le moment précis qu'elle marquoit à l'inſtant du paſſage de l'Etoile.

464. Le lendemain on fera la même obſervation, & on remarquera avec ſoin à quelle ſeconde la même Etoile aura paſſé derriere l'objet en queſtion. Si la Pendule a retardé de 3 minutes 56 ſecondes, on pourra être aſſuré qu'elle eſt bien reglée ſur le temps moyen. S'il y a pluſieurs jours d'une obſervation à l'autre, il faudra additionner autant de fois les 3 minutes 56 ſecondes que doit retarder la Pendule ſur le paſſage de l'Etoile à chaque 24 heures. Si l'on reconnoît que la Pendule retarde plus ou moins que de 3 minutes 56 ſecondes, on la rectifiera en hauſſant ou baiſſant la lentille. On réiterera les obſervations juſqu'à ce que la Pendule ſoit bien ajuſtée. Au lieu de s'y prendre comme nous venons de le décrire pour obſerver le paſſage de l'Etoile, on peut ſe ſervir d'une lunette que l'on fixera avec grand ſoin, pour la mettre hors de danger de changer de ſituation d'une obſervation à l'autre : c'eſt au travers de cette lunette qu'on obſervera le paſſage de l'Etoile. Cette maniere de regler une Pendule n'eſt pas propre à la mettre à l'heure, mais ſeulement à regler ſon mouvement ſur le temps moyen, ou à éprouver ſi elle va juſte.

465. Il faut pourtant remarquer que s'il y avoit 16 jours d'intervalle d'une obſervation à l'autre, il faudroit retrancher une demi-ſeconde de la ſomme des minutes & des ſecondes additionnées ou multipliées par 16, parce que la révolution des Etoiles eſt de 23 heures 56 minutes, & preſque deux tierces ; par conſéquent, il s'en faut de preſque deux tierces que l'accélération des Etoiles ne ſoit de 3 minutes & 56 ſecondes. Si d'une obſervation à l'autre il y avoit 32 jours d'intervalle, il faudroit retrancher une ſeconde entiere de l'addition des minutes & des ſecondes,

c'eſt-à-dire, qu'au lieu de 2 heures 5 minutes 52 ſecondes, qui ſont le produit de 3 minutes 56 ſecondes multipliées par 32 jours, il ne faudroit compter réellement que ſur 2 heures 5 minutes & 51 ſecondes. On voit par-là que dans 7 à 8 jours d'intervalle d'une obſervation à l'autre, il ne ſçauroit y avoir rien de ſenſible à retrancher, parce qu'on ne ſçauroit s'appercevoir d'un auſſi petit moment que l'eſt un quart de ſeconde ou 15 tierces.

EXPLICATION ET USAGE
DES
TABLES SUIVANTES.

AVANT que de préſenter les Tables que nous avons promiſes en différens endroits de ce Traité, nous avons jugé convenable d'en donner l'explication & l'uſage. Pluſieurs de ces Tables pourront faire plaiſir à ceux qui ne voudront pas prendre la peine d'en faire le calcul, quoique nous l'ayons enſeigné. Il en eſt d'autres qui ſont abſolument néceſſaires, puiſque nous n'en avons pas donné la conſtruction, à cauſe qu'elles ſont trop difficiles, les préceptes en étant fort compliqués. Nous en omettons que des Auteurs fort éclairés ont données dans leur Gnomonique, nous ayant paru que leur uſage étoit trop borné. Comme l'impreſſion de ces ſortes de Tables eſt ce qui coûte le plus, nous avons cru devoir en épargner la dépenſe pour rendre cet Ouvrage d'un prix plus modique, & le volume moins gros.



DE LA TABLE DE LA DIFFERENCE des Méridiens entre l'Observatoire Royal de Paris & les principaux lieux de la Terre, avec leurs longitudes & les hauteurs du pôle.

466. CETTE Table est toute tirée du livre de la *Connoissance des Temps*, année 1759. La premiere colomne contient les noms des lieux ou villes ; la seconde contient la différence des longitudes en temps ; la troisieme contient cette même différence en dégrés & en minutes ; la quatrieme marque les latitudes ou hauteurs du pôle. On a marqué par une étoile * les longitudes ou les latitudes qui ont été déterminées par les observations de l'Académie : celles qui sont marquées par une croix † ont été trouvées par des observations particulieres, & celles qui n'ont aucune marque sont fondées sur l'estime. Ces mots abrégés *or.* & *oc.* signifient l'Orient ou l'Occident à l'égard de Paris. Les lettres S. M. qui sont dans plusieurs endroits de la derniere colomne, signifient que les latitudes sont septentrionales ou méridionales. Quand il n'y a point de lettres vis-à-vis d'une ville dans cette derniere colomne, il faut y supposer la lettre S. Il s'agit présentement d'expliquer ce que c'est que *différence des longitudes*, dont nous n'avons dit qu'un mot, art. 204, p. 130.

467. Nous avons vû, art. 43, qu'il y a des Méridiens sans nombre, puisque chaque lieu a son Méridien. La distance du Méridien d'un lieu au Méridien de l'autre lieu, en allant d'Occident en Orient, est ce qu'on appelle la différence des longitudes ou des Méridiens, dont les dégrés se mesurent & se comptent sur l'Equateur. Il s'ensuit donc que l'arc

de l'Equateur, compris entre les deux Méridiens propoſés, eſt la longitude de ces deux lieux.

468. Le Soleil faiſant ſa révolution de l'Orient vers l'Occident en 24 heures, paſſe ſucceſſivement par tous les Méridiens de la Terre : cette révolution du Soleil eſt ſuppoſée être un cercle diviſé en 360 dégrés, qui étant tous parcourus dans 24 heures, il s'enſuit que le Soleil parcourt 15 dégrés par heure, puiſque 15 fois 24 font 360; par conſéquent, il parcourt dans demi-heure 7 dégrés 30 minutes, & 30 dégrés dans deux heures, &c.

469. Si un lieu eſt plus oriental que Paris de 15 dégrés, ou la 24e partie de 360 dégrés, il ſera Midi dans ce lieu-là une heure plutôt qu'à Paris, parce que le Soleil paſſe une heure plutôt au Méridien de ce lieu qu'au Méridien de Paris; par conſéquent, il ſera une heure après Midi dans ce lieu plus oriental que Paris, lorſqu'il ne ſera que Midi à Paris. Par la même raiſon, ſi un lieu eſt plus occidental que Paris de 15 dégrés, il ne ſera que 11 heures du matin dans ce lieu-là, lorſqu'il ſera Midi à Paris; parce que le Soleil n'arrivera qu'une heure après au Méridien de ce lieu, qui eſt plus occidental que Paris de 15 dégrés.

470. La latitude géographique d'un lieu de la Terre eſt la diſtance de ce lieu à l'Equateur, meſurée ſur le Méridien qui paſſe par ce lieu : elle eſt égale à la hauteur du pôle ſur l'horiſon de ce lieu. La latitude eſt ſeptentrionale du côté du pôle ſeptentrional, & méridionale du côté du pôle méridional.

471. Les dégrés de latitude ſont tous égaux, ſuppoſé que la Terre ſoit parfaitement ronde : ils ſont chacun de 57060 toiſes. Les dégrés de longitude ſont égaux à ceux de la latitude ſous l'Equateur ſeulement; mais ils deviennent plus petits à meſure qu'ils approchent des pôles; de ſorte qu'un dégré de longitude au parallele de Paris, n'eſt que de

37560 toiſes. Chaque dégré de latitude ou de longitude ſous l'Equateur eſt de 25 lieues, qui font, comme nous venons de le voir, 57060 toiſes. Chaque lieue eſt de 2282 toiſes & demie, ou 2675 pas géométriques de 5 pieds chacun.

472. L'uſage que l'on peut faire de la ſeconde & de la troiſieme colomne de cette Table, eſt de ſçavoir quelle heure il eſt en quelque lieu du Monde propoſé, lorſqu'il eſt Midi ou quelqu'autre heure à Paris. On connoîtra également par la différence des longitudes quelle heure il eſt en un lieu, lorſqu'il eſt telle heure dans un autre. Comme cela n'eſt pas fort intéreſſant pour les Cadrans ſolaires, nous ne nous étendrons pas davantage là-deſſus. La plus néceſſaire des colomnes de cette Table eſt la derniere, parce que l'on ne peut faire un Cadran en un lieu, qu'on ne ſçache la latitude ou la hauteur du pôle de ce lieu. Quoique les ſecondes de dégré ſoient marquées dans cette derniere colomne, on peut n'y avoir aucun égard lorſqu'elles ne paſſent point 30 ſecondes. Mais au-delà de 30 ſecondes, il faut compter une minute de plus : par exemple, 47 dégrés 36 minutes & 34 ſecondes, il faudra dire 47 dégrés 37 minutes ; c'eſt une regle générale.

DE LA TABLE DES CORDES.

473. Nous avons donné deux Tables des cordes, qui indiquent le nombre des parties que doivent avoir toutes les cordes de dégré en dégré, depuis un dég. juſqu'à 90 dég. : la premiere eſt pour un rayon de 2000 parties ; la ſeconde pour un rayon de 3000 parties. Ce ſont ces Tables que nous avons promiſes, art. 97 ; au moyen de ces deux Tables, on pourra en faire une de 1000 parties de rayon : on

n'aura qu'à prendre la moitié de chaque nombre de la Table de 2000 parties. Pour en faire une de 4000 parties de rayon, on doublera celle de 2000. Nous avons enſeigné à faire ces Tables des cordes, art. 114 & ſuiv. juſqu'à l'art. 122, de même que leur uſage.

DE LA TABLE DES RÉFRACTIONS.

474. NOUS en avons parlé art. 188 : elle eſt d'un grand uſage, parce qu'il s'agit bien ſouvent de la hauteur du Soleil aux Cadrans ſolaires. Nous avons déjà remarqué dans cet article, que la hauteur du Soleil telle qu'on la trouve, n'eſt pas réelle : elle n'eſt qu'apparente ; il faut en ſouſtraire d'autant plus, que le Soleil ſe trouve moins élevé. Par exemple, ſi on a trouvé la hauteur du Soleil de 6 dégrés, il faudra en ſouſtraire, ſelon cette Table, 8 minutes 55 ſecondes, ou, pour mieux dire, 9 minutes ; de ſorte que la hauteur du Soleil ne ſera réellement que de 5 dégrés 51 minutes. Si on a trouvé la hauteur du Soleil de 58 dégrés, il faudra en retrancher 37 ſecondes, ou une minute, ſelon la Table ; de ſorte que la véritable hauteur ſera de 57 dégrés 59 minutes. Cette Table eſt tirée du livre de la *Connoiſſance des Temps.*

DE LA TABLE DU RAPPORT DES DÉGRÉS AUX TEMPS.

475. QUAND il faut réduire les dégrés en temps, on eſt obligé de faire un petit calcul, dont on pourra ſe diſpenſer, au moyen de cette Table. Nous avons enſeigné, art. 361, la maniere de trou-

ver, par le calcul, l'heure qu'il eſt. Le réſultat ne donne que des dégrés & des minutes qu'il faut réduire en temps, à raiſon de 15 dégrés par heure, d'une minute de dégré, pour une minute de temps, & de 15 ſecondes de dégré, pour une ſeconde de temps. Nous avons jugé inutile de prolonger cette Table au-delà de 90 dégrés: on remarquera qu'en tête des premiere, troiſieme & cinquieme colomnes, il y a un D & un M; ce qui veut dire dégrés & minutes de dégré. Mais aux ſeconde, quatrieme & ſixieme colomnes, il y a HM & MS; ce qui ſignifie heures & minutes, & minutes & ſecondes de temps. Quand on voudra ſe ſervir de cette Table, & ſçavoir ce que valent en temps, par exemple, 6 dégrés 34 minutes, cherchez dans la premiere colomne 6 dégrés, & vous trouverez dans la ſeconde, & vis-à-vis, 24 minutes de temps; enſuite pour les 34 minutes de dégré, cherchez dans la troiſieme colomne à l'endroit 34, & vis-à-vis dans la quatrieme vous trouverez 2 minutes & 16 ſecondes de temps; de ſorte que 6 dégrés 34 minutes de dégré, form 26 minutes & 16 ſecondes de temps.

Si vous voulez ſçavoir combien valent en temps 156 dégrés 17 minutes, cherchez à la fin de la Table 90 dégrés, que vous trouverez valoir 6 heures; & comme il y a encore 66 dégrés pour aller à 156 dégrés, cherchez à la cinquieme colomne à l'endroit 66, & vous trouverez vis-à-vis à la ſixieme colomne 4 heures 24 minutes, que vous ajouterez à 6 heures; ce qui ſera 10 heures 24 minutes. Pour les 17 minutes de dégré qui reſtent, cherchez à la premiere colomne à l'endroit 17, & vous trouverez dans la ſeconde colomne, vis-à-vis, une minute de temps & 8 ſecondes; de ſorte que 156 dégrés 17 minutes valent en temps 10 heures 25 minutes & 8 ſecondes.

Comme, par exemple, 15 dégrés valent une heure

de

de même 15 minutes valent une minute de temps, & 15 secondes de dégré valent une seconde de temps. Ainsi chaque colomne peut être regardée comme de minutes ou de dégrés; & celles qui désignent le temps, comme la seconde, la quatrieme & la sixieme, peuvent être regardées comme contenant des heures & des minutes, ou des minutes & des secondes, selon le besoin qu'on en a. La premiere colomne, la troisieme & la cinquieme peuvent être regardées comme contenant des dégrés; en ce cas, la seconde, quatrieme & sixieme seront des heures & minutes de temps. Si la premiere, troisieme & cinquieme sont regardées comme ne contenant que des minutes de dégré, pour lors les autres ne seront que des minutes & secondes de temps. Ainsi le nombre 25 dans la premiere colomne peut signifier 25 dégrés; pour lors le nombre qui est vis-à-vis dans la seconde colomne signifiera une heure 40 min. de temps. Mais si le nombre 25 de la premiere colomne signifie 25 minutes, en ce cas, au lieu de dire dans la seconde colomne une heure 40 min., il faudra dire une minute 40 secondes. Tout ceci est désigné par les lettres qui sont en tête de chaque colomne.

DE LA TABLE DES PREMIERES ET DERNIERES HEURES.

476. C'EST la Table que nous avons promise, art. 219 : nous ne la donnons que pour la latitude de Paris, parce qu'il n'est question que d'un quart d'heure à peu près de différence pour toute l'étendue de la France. Ainsi quand on tracera une ligne horaire d'un quart d'heure de plus ou de moins qu'un Cadran ne peut marquer, ce n'est pas un grand

inconvénient ; il n'en sera pas moins bon & moins juste. Pour faire usage de cette Table, voici comment il faut la lire : les plans qui déclinent du Midi à l'Orient de 90 dégrés, ou de 86 dégrés 24 min., ou de 82 dégrés 48 min., &c. cessent d'être éclairés l'après Midi, à Midi, ou à Midi un quart, ou à Midi & demi, &c. Par-là on comprendra que si le plan du Midi décline de 75 dégrés 40 minutes à l'Orient, il ne faut pas y tracer une heure après Midi, puisque, selon la Table, il cesse d'être éclairé à cette heure-là. Ce que nous disons ici de la premiere partie de la Table, doit s'appliquer à la seconde, où il s'agit des plans qui déclinent du Midi à l'Occident ; car si un plan du Midi décline de 75 dégrés 40 minutes vers l'Occident, ne commençant à être éclairé qu'à 11 heures du matin, il ne faudra y tracer aucune ligne horaire qui précede celle-là.

Il faut remarquer que plus le pôle est élevé à l'égard d'un lieu, plus les jours sont longs en Eté à l'égard de ce lieu, & courts en Hyver ; par conséquent, moins le pôle est élevé, plus les jours sont longs en Hyver & courts en Eté. Par exemple, à Londres les jours sont bien plus longs en Eté & plus courts en Hyver qu'à Marseille ; c'est à quoi il faut avoir égard.

DES PREMIERE ET SECONDE Tables d'équation générale, pour servir à la correction de la Méridienne, lorsqu'on la trace par des hauteurs correspondantes du Soleil dans des jours où sa déclinaison varie sensiblement.

477. Nous avons déja expliqué ces deux Tables, art. 344, pag. 218, 219 & 220, & nous en avons montré l'usage. Nous ajouterons seulement

ici ce qui nous reste à dire pour achever de les faire entendre. Les nombres de la premiere Table sont précedés du mot *soustractif* & du mot *additif*; ceux de la seconde sont aussi précedés de l'un & l'autre de ces deux mots. Avant de faire usage de celle-ci, on multipliera toujours le nombre des secondes qu'on trouve dans la premiere Table (344), par les trois premiers chiffres de la tangente naturelle de la latitude du lieu où l'on est, supposé que la latitude soit moindre que 45 dégrés; ou par les quatre premiers chiffres de cette tangente, lorsque la latitude sera de 45 dégrés ou au dessus. On retranchera du produit les trois derniers chiffres à droite, & ceux qui resteront à gauche seront un certain nombre de secondes, auquel il faudra ajouter le nombre de secondes correspondant dans la deuxieme Table; le tout supposant que l'un & l'autre de ces deux nombres de secondes est précedé du mot *additif* ou du mot *soustractif*. Mais quand les mots *additif* ou *soustractif* correspondans seront différens, il faudra retrancher ce que donne la deuxieme Table de ce qu'on aura trouvé au produit de la multiplication précédente.

478. Exemple premier. Supposons la latitude de 50 dégrés, & qu'on fasse l'observation en un jour où le Soleil soit au 20e dégré du Taureau, & qu'il y ait entre les hauteurs correspondantes observées 6 heures d'intervalle. On prendra dans la premiere Table 22 secondes, qui répondent à 6 heures d'intervalle, & à 20 dégrés du Taureau : on multipliera ces 22 secondes par les quatre premiers chiffres de la tangente naturelle de la latitude, (à cause que la latitude est de 45 dégrés & au-delà.) Or les quatre premiers chiffres de la tangente de 50 dégrés

ſont 1191
que l'on multipliera par les 22 ſecondes . . . 22

2382
2382

Produit . . . 26202

duquel on retranchera les trois derniers chiffres à droite : reſtera à gauche le nombre de 26 ſecondes, duquel nombre on ôtera 6 ſecondes, qui ſe trouvent dans la deuxieme Table, vis-à-vis 20 dégrés du Taureau, & ſous 6 heures d'intervalle ; on retranchera, dis-je, ces 6 ſecondes, à cauſe qu'il y a le mot *ſouſtractif* dans la premiere Table, & le mot *additif* dans la deuxieme : le reſte 20 ſecondes, ſera la correction qu'il faudra faire à la Méridienne, comme il eſt enſeigné art. 344, page 220. Il auroit fallu de même retrancher le nombre trouvé dans la ſeconde Table, ſi le premier nombre eût été précedé du mot *additif*, & le ſecond du mot *ſouſtractif*.

479. Deuxieme exemple. Suppoſons la latitude de 30 dégrés; que le Soleil ſoit au 10e dégré du Scorpion, & qu'il y ait 8 heures d'intervalle entre les obſervations; on multipliera les 29 ſecondes de la premiere Table par les trois premiers chiffres de la tangente de 30 dégrés, qui ſont 577
qu'on multipliera par les 29 ſecondes 29

5193
1154

Produit . . . 16733

dont on ôtera les trois derniers chiffres à droite : reſtera à gauche le nombre de 16 ſecondes, ou plutôt 17 ſecondes, auxquelles on ajoutera les 4 ſecondes qu'on trouvera dans la deuxieme Table, à cauſe qu'en cet endroit les 29 & les 4 ſecondes ſont précédées du

mot *additif*; la somme 21 secondes sera la correction à faire à la Méridienne. Il auroit fallu également ajouter les 4 secondes de la deuxieme Table, si elles eussent été précédées, ainsi que les 29″, du mot *soustractif*.

480. Tout ce que nous venons d'expliquer suppose que la latitude est septentrionale : mais lorsqu'elle sera méridionale, il faudra changer dans la premiere Table les mots *soustractif* en *additif*, & les mots *additif* en *soustractif*. De plus, la correction énoncée art. 344, page 220, se fera en sens contraire.

DE LA TABLE de la DECLINAISON du Soleil à chaque dégré de l'Ecliptique.

481. CETTE Table peut être d'un grand usage dans la Gnomonique; elle est essentielle dans le calcul de celles des hauteurs du Soleil, dont nous parlerons bientôt : elle en est la base & le fondement, de même que de quantité d'autres calculs, puisqu'il faut souvent sçavoir la distance du Soleil à l'Equateur, ce qu'on appelle *la déclinaison du Soleil*. On en a principalement besoin lorsqu'on veut trouver la place des signes sur les Méridiennes du temps moyen, &c. Cette Table est calculée pour l'obliquité de l'Ecliptique de 23 dégrés 28 minutes & 20 secondes. Il faut observer qu'il ne s'y agit pas de la déclinaison du Soleil à Midi, ni à aucune autre heure particuliere, mais telle quelle est en elle-même, lorsque le Soleil entre dans chaque dégré de chaque signe.

La premiere colomne contient les dégrés des signes posés en haut de la Table, & ces dégrés se comptent de haut en bas. La derniere colomne à droite contient les dégrés des signes écrits au bas de la

Table; ils se comptent de bas en haut : ceux-ci ont la même déclinaison que ceux-là. Il est nécessaire de remarquer que tous les signes tant du haut que du bas de la Table, qui ont la lettre A, sont méridionaux; car la lettre A signifie Austral ou méridional; & tous ceux qui ont la lettre B sont les septentrionaux; la lettre B signifie Boréal ou septentrional. Les signes posés au bas de la Table ont leurs dégrés à la derniere colomne, & se lisent de bas en haut; au lieu que les signes posés au haut de la Table ont leurs dégrés à la premiere colomne, & se lisent de haut en bas.

DES QUATRE TABLES DE LA déclinaison du Soleil à Midi au Méridien de Paris.

482. Nous avons déjà dit quelque chose de l'usage de ces Tables dans l'art. 189 : nous les expliquerons ici plus particulierement, sans pourtant répéter ce que nous y avons enseigné; on fera bien de relire cet article.

Ces Tables sont prises des Ephémerides de M. de La Caille, de l'Académie des Sciences de Paris, aux années 1761, 1762, 1763 & 1764 : elles pourront servir, sans erreur sensible, pendant 20 ou 30 années. On trouvera en tête de chacune les années auxquelles elles doivent servir.

Quoique ces Tables ne soient calculées que pour le Méridien de Paris, on peut cependant les regarder comme faites pour tous les Méridiens contenus dans toute la France. La différence des Méridiens n'y est pas assez considerable pour causer une erreur sensible dans la déclinaison du Soleil : quatre ou cinq dégrés de longitude n'est pas quelque chose à laquelle

il faille avoir égard. Il n'y auroit que quelque ſeconde de dégré de différence, qu'on ne fait point entrer dans le calcul en fait de Gnomonique.

La raiſon pour laquelle on eſt obligé d'avoir quatre Tables de la déclinaiſon du Soleil, eſt que cet aſtre partant, par exemple, du premier point du Bélier, un certain jour, à certaine heure de l'année, il s'en faut de ſix heures ou environ qu'il ne revienne après 365 jours au même premier point du Bélier, à pareil jour, puiſque après quatre ans il faut ajouter un jour; ce qui fait l'année biſſextile. Par-là le Soleil ſe trouvant retardé de 6 heures chaque année, ſa déclinaiſon doit être différente; ainſi il eſt néceſſaire d'avoir les quatre Tables que nous avons données.

483. Quoique ces Tables puiſſent ſervir, ſans erreur ſenſible, pour bien des pays aux environs de la France, comme pour toute l'Eſpagne, l'Angleterre, la Hollande, l'Allemagne, &c. cependant, ſi on vouloit y regarder de plus près, voici la maniere de réduire la déclinaiſon du Soleil au Méridien de Paris, pour tout autre Méridien que celui-là.

Suppoſons que l'on veuille ſçavoir la déclinaiſon du Soleil à Midi au Méridien de Rome, le 23 Mars 1759; je vois d'abord que cette année 1759 eſt la troiſieme après la biſſextile. Je cherche dans la troiſieme Table quelle eſt la déclinaiſon du Soleil ce jour-là au Méridien de Paris, je la trouve d'un dégré 2 minutes; & celle du jour d'auparavant, qui eſt le 21, je la trouve dans la même Table de o dégré & 39 minutes. La différence entre ces deux déclinaiſons eſt donc de 23 minutes, parce qu'en ôtant 39 minutes d'un dégré 2 minutes, il reſte 23 minutes. Je remarque auſſi que la déclinaiſon du Soleil eſt pour lors boréale ou ſeptentrionale, & qu'elle va en croiſſant, parce que le Soleil s'éloigne pour lors de l'Equateur. Je remarque encore que depuis le Midi

du 21 Mars jusqu'au Midi du 22, la déclinaison du Soleil a augmenté de 23 minutes, comme nous venons de le voir. Cela posé, on fera une regle de trois, disant, si 360 dégrés donnent 23 minutes de différence dans la déclinaison du Soleil, depuis le Midi du 21 Mars jusqu'au Midi du 23, c'est-à-dire, dans 24 heures, combien donneront 10 dégrés 9 minutes, qui sont la différence des Méridiens ou des longitudes, entre le Méridien de Paris & celui de Rome; on exposera ainsi cette regle de trois :

360. 23 :: 10 dég. 9 min. est au quatrieme terme. ce qui veut dire 360 sont à 23, comme 10 dégrés 9 minutes sont au quatrieme terme que nous cherchons.

Il faut d'abord multiplier les deux termes moyens, l'un par l'autre, qui sont 10 dég. 9 min. & 23 min.; & comme le 3e terme 10 dég. 9 min. contient des dégrés & des minutes, & que le second, 23 minutes, ne contient que des minutes, il faut réduire les 10 dégrés en minutes; ce qui fera 600 minutes, auxquelles il faut ajouter les 9 minutes qui restent, ce sera 609 minutes, qui seront le troisieme terme : je multiplie donc 609 min. par 23 min.; ainsi 609

23

1827

1218

Somme . . . 14007

qui seroit encore trop petite pour pouvoir être divisée par le premier terme qu'il faudra aussi réduire en minutes. Il faut réduire ces 14007 minutes en secondes, en les multipliant par 60; ainsi

14007

60

840420 secondes.

Voilà donc 840420 secondes, qu'il faut diviser par

le premier terme 360 dégrés, qu'on réduira auparavant en minutes, en les multipliant par 60; ainſi

```
   360
    60
  ----
 21600 min.
```

```
    1
    2
    3 9
  1 9 4
  2 1 2 6
  8 4 0 4 2 0 | 38 ſecondes.
  ------------
  2 1 6 0 0 0
    2 1 6 0
```

Nous voyons que le quotient de cette diviſion eſt 38 ſecondes, ou, pour mieux dire, près de 39, à cauſe de ce qui reſte.

Nous avons déjà remarqué que la déclinaiſon du Soleil le 23 Mars eſt croiſſante, c'eſt-à-dire, qu'elle va en augmentant. Or dans ce cas, il faut ſouſtraire ces 39 ſecondes de la déclinaiſon du Soleil à Paris, que nous avons vû être d'un dégré 2 minutes : reſtera un dégré une minute & 21 ſecondes pour la déclinaiſon du Soleil à Midi au Méridien de Rome. Mais ſi le lieu dont on veut ſçavoir la déclinaiſon du Soleil étoit occidentale, il faudroit ajouter ces 39 ſecondes.

Lorſque la déclinaiſon du Soleil eſt décroiſſante, c'eſt-à-dire, qu'elle va en diminuant, comme depuis le mois de Septembre juſqu'au mois de Mars, il faut ſouſtraire pour les lieux occidentaux, & ajouter pour les lieux orientaux.

484. Nous remarquerons que pour changer la déclinaiſon du Soleil d'une minute entiere, il faudroit que la différence des Méridiens fût de 15 dégrés; ainſi il eſt évident que ces Tables peuvent ſervir, ſans erreur ſenſible, non ſeulement pour toute la

France, mais encore pour plusieurs Royaumes des environs, sans y rien changer, surtout lorsque le Soleil sera un peu éloigné de l'Equateur; car, selon le calcul que nous venons de faire, dont le résultat a été d'environ 39 secondes de correction, nous en aurions trouvé beaucoup moins, si nous avions pris quelques jours du mois de Mai ou de Juin, parce qu'alors les différences, dans la déclinaison du Soleil d'un jour à l'autre, sont beaucoup moindres; & quand nous avons dit qu'il faut 15 dégrés de différence de longitude ou de Méridiens, pour faire une minute de changement dans la déclinaison du Soleil, cela doit s'entendre, lorsque sa différence d'un jour à l'autre est la plus grande, c'est-à-dire, vers les Equinoxes. Ainsi on pourroit seulement faire ce calcul, & cette correction dans ce cas, & lorsque la différence des Méridiens sera assez considerable.

Des Tables des hauteurs du Soleil, dans toutes les heures du jour, pour différentes latitudes.

485. Nous avons donné neuf de ces Tables nouvellement calculées pour les hauteurs du pôle 43 dégrés, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, & pour la latitude particuliere de Paris 48 dégrés 51 minutes. Ces latitudes réunies comprennent toute l'étendue de la France. Si l'on vouloit se servir de quelqu'une de ces Tables dans quelque lieu dont la latitude se trouvât un peu différente, on prendroit toujours la plus approchante; si, par exemple, on vouloit faire un Cadran, par les hauteurs du Soleil, dans un lieu qui auroit 43 dégrés 30 minutes de hauteur du pôle, on n'auroit qu'à voir la différence de chaque hauteur du Soleil entre le 43e & le 44e dé-

gré de latitude ; & ajoutant la moitié de cette dffé-rence à chaque hauteur du 43e dégré, on auroit la hauteur du Soleil pour le 43e dégré & demi de la-titude. Si cette latitude ſe trouvoit de 43 dégrés 45 minutes, il faudroit ajouter au 43e dégré les trois quarts de la différence qui ſe trouve entre le 43e & le 44e dégré de latitude ; ainſi des autres proportions. Comme nous avons ſuffiſamment expliqué l'uſage de ces Tables dans la Section II, Chap. X, nous n'en dirons pas davantage.

De la Table des angles horaires du Cadran horiſontal.

486. Nous avons parlé aſſez au long dans la Sec-tion II, chap. IV, du calcul des angles ho-raires du Cadran horiſontal. Nous y avons enſeigné non ſeulement à ſe ſervir de la Table, mais encore à la faire ſoi-même. Mais pour épargner la peine de faire ce calcul, nous donnons un nombre de Tables calculées de 10 en 10 min. de dégré pour pluſieurs élévations du pôle, qui peuvent ſervir bien au-delà de l'étendue de la France : elles ne ſont que de quart en quart d'heure. Si on les vouloit de 5 en 5 minutes, on pourroit les calculer ſoi-même, com-me nous l'avons enſeigné ; ce qui eſt dans les Ta-bles ſera toujours autant de fait. Si la latitude où l'on veut faire le Cadran ſe trouvoit, par exemple, de 44 dégrés 5 minutes, ce qui n'eſt point dans au-cune des Tables que nous donnons, il faudroit pren-dre la moitié de la différence de chaque angle ho-raire, entre le 44e dégré de latitude & le 44e dé-gré 10 minutes ; & on ajouteroit cette moitié de la différence à chaque angle horaire de la Table faite pour le 44e dégré de latitude.

De la Table du nombre des secondes dont une Pendule doit avancer ou retarder chaque jour.

487. NOUS avons expliqué assez au long l'usage de cette Table, page 309; nous croyons qu'il seroit inutile d'en parler davantage.

De la Table de l'équation du temps, calculée pour chaque dégré de l'Ecliptique.

488. CETTE Table est dans le fond la même que celle de la page 202; toute la différence qu'il y a, c'est que celle que nous donnons à la fin de ce Traité, marque le nombre des minutes & des secondes d'équation convenable à chaque dégré de l'Ecliptique ou des signes du Zodiaque; & celle de la page 202 ne les indique que de trois en trois dégrés de chaque signe : mais si on vouloit construire une Méridienne du temps moyen, & que l'on voulût y marquer les signes de deux en deux dégrés, pour une plus grande précision, ou bien de 5 en 5, ou autrement, il faudroit pour lors se servir de cette Table; en ce cas, celle de la page 202, seroit inutile.

489. Dans cette derniere Table on n'a point marqué la déclinaison du Soleil correspondante aux dégrés des signes, puisqu'elle est la même que le montre la Table intitulée : *De la déclinaison du Soleil pour tous les dégrés de l'Ecliptique.* On y trouvera seulement l'équation du temps convenable à chaque dégré des signes; cette équation est marquée en mi-

nutes & ſecondes : on n'aura qu'à réduire les minutes en ſecondes, dont on prendra le cinquieme, &c. comme il eſt expliqué, Chap. IX, Sect. IV.

DE LA CARTE DE LA FRANCE.

490. ON remarquera dans cette Carte des lignes droites qui vont du Septentrion au Midi, ou du haut en bas; & d'autres qui coupent celles-ci à angles droits, & vont de l'Orient à l'Occident, c'eſt-à-dire, de droite à gauche, & ſont courbes. Les premieres repréſentent des Méridiens, & les ſecondes ſont appellées *paralleles*. On remarquera encore des diviſions aux quatre côtés qui terminent la Carte : celles qu'on voit aux bords ſupérieur & inférieur, c'eſt-à-dire, au Septentrion & au Midi, ſont les dégrés & minutes de longitude de cinq en cinq minutes; & celles qu'on voit à droite & à gauche, c'eſt-à-dire, à l'Orient & à l'Occident, ſont les dégrés & les minutes des latitudes de cinq en cinq minutes. L'intervalle d'un Méridien à l'autre eſt un dégré de longitude; & la diſtance d'un parallele à l'autre eſt un dégré de latitude.

491. Notre principal deſſein, en donnant cette Carte, a été d'y faire remarquer la latitude des lieux qui ne ſont point dans la *Table des principales villes de l'Europe*. Voici comment on fera pour la trouver : on poſera une pointe d'un compas ordinaire ſur la marque qui repréſente le lieu dont on veut ſçavoir la latitude; (c'eſt ordinairement un o.) On fera aller l'autre pointe ſur la premiere courbe ou parallele qu'on trouvera au deſſous par le plus court chemin : on portera cette diſtance du compas ainſi ouvert au bord d'un côté de la Carte, ſur les diviſions qu'on y voit, poſant une pointe ſur le bout de

la même courbe ou parallele, & l'autre pointe indiquera ſur ces diviſions, de combien de minutes de dégré eſt la latitude de ce lieu, auxquelles on ajoutera le nombre de dégrés déſigné par le chiffre poſé au bout de cette courbe ou parallele. Mais ſi l'on veut ſçavoir avec plus de préciſion le nombre de minutes de la latitude, on portera l'ouverture du compas ſur l'échelle Géométrique gravée au bas de la Carte, laquelle contient toutes les 60 minutes qui diviſent un dégré de latitude; au lieu que celles qui ſont aux côtés de la Carte ne les déſignent que de cinq en cinq. On trouvera, page 33, la maniere de ſe ſervir d'une échelle Géométrique.

Exemple. Si l'on veut avoir la latitude d'Amboiſe, ville de la Touraine ſur la Loire, on prendra avec un compas la diſtance depuis la marque qui indique la poſition d'Amboiſe juſqu'au parallele prochain & inférieur, qui eſt marqué 47 à droite & à gauche de la Carte; & portant cet intervalle ſur les diviſions à droite ou à gauche, & encore mieux ſur l'échelle Géométrique, on trouvera environ 25 parties, qui ſeront 25 minutes; ainſi la latitude d'Amboiſe ſera reconnue de 47 dégrés 25 minutes.

492. La longitude des lieux, laquelle n'eſt pas ſi néceſſaire dans la Gnomonique, eſt comptée du Méridien de Paris à l'Orient ou à l'Occident. Pour la trouver, on poſera une regle dans la direction des Méridiens, & qui touchera la poſition du lieu dont on voudra avoir la longitude. Cette regle touchant les diviſions ou les graduations ſupérieure & inférieure de la Carte en des points correſpondans, on trouvera facilement la longitude, en comptant ſur ces diviſions, pour chaque intervalle blanc ou noir 5 minutes depuis le Méridien prochain vers Paris. Par exemple, la regle étant poſée pour Amboiſe, comme nous venons de le décrire, elle laiſſera quatre

divisions depuis le Méridien prochain vers Paris, marqué 1 en haut & en bas, lesquelles vaudront 20 minutes; ainsi la longitude d'Amboise sera d'un dégré 20 minutes à l'Occident de Paris.

493. La connoissance de la longitude des lieux peut être fort utile en bien des occasions. Nous n'en parlerons ici que relativement aux Horloges. Une Montre qui seroit parfaitement reglée, & qu'un Voyageur auroit mise exactement à l'heure en partant de Paris, doit, en arrivant à Amboise, avancer de 5 minutes 20 secondes, parce que le Soleil employe 4 minutes à parcourir un dégré de longitude. A Brest, la Montre avanceroit de 27′ 24″: au contraire la Montre retarderoit à Strasbourg de 21′ 45″.

494. On peut encore, au moyen de cette Carte, trouver les distances respectives des différens lieux qui y sont compris, en se servant de l'échelle convenable. Par exemple, pour avoir la distance de Paris à Tours, on prendra avec le compas l'intervalle compris entre ces deux villes. On portera cette ouverture sur l'échelle; on trouvera environ 37 lieues d'une heure de chemin, ou de 20 au dégré. On trouvera que de Strasbourg à Stutgard, il y a 13 à 14 milles d'Allemagne, en se servant de l'échelle des milles d'Allemagne; ainsi des autres.

495. On doit remarquer qu'il peut souvent arriver que le chemin qu'un Voyageur doit parcourir pour aller d'un lieu à un autre, sera beaucoup plus long que leur distance trouvée dans la Carte, à cause des détours qu'il sera obligé de faire. Cette distance qu'on prend ainsi avec le compas, est toujours supposée en droite ligne. Mais il faudra y ajouter, pour le Voyageur, environ un cinquieme de plus dans les pays plats, & environ un quart de plus dans les pays de montagnes. Par exemple, on a trouvé dans la Carte la distance de Paris à Tours d'environ 37 lieues, il

faudra y ajouter environ 7 lieues, qui font le cinquieme de 37; cette diſtance ſera donc d'environ 44 lieues. Le chemin de Paris à Tours eſt dans un pays plat; s'il eût été dans des montagnes, il auroit fallu ajouter 9 lieues au lieu de 7.



SUIVENT LES TABLES.

TABLE de la différence des Méridiens, en heures & dégrés, entre l'Observatoire Royal de Paris & les principaux Lieux de la Terre, avec leurs latitudes ou hauteurs du Pôle.

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens. en temps. H.	M.	S.		en degr. D.	M.	Latitudes ou hauteurs du Pôle. D.	M.	S.	
Abbeville.	0*	2	1	oc.	0	30	50*	7	1	S.
Abo, *Finlande.*	1†	19	34	or.	19	52	60†	27	10	
Agde.	0*	4	33	or.	1	8	43*	18	57	
Agen.	0*	6	57	oc.	1	44	44*	12	7	
Agra, *du Mogol.*	4†	57	36	or.	74	24	26†	43	0	
Aix, *en Provence.*	0*	12	25	or.	3	7	43*	31	35	
Alby.	0*	0	45	oc.	0	11	43*	55	44	
Alençon.	0	9	0	oc.	2	15	48	25	0	
Alep, *de Syrie.*	2	20	0	or.	35	0	35†	45	23	
Alexandrette.	2*	16	0	or.	34	0	36*	35	10	
Alexandrie, *Egypte.*	1*	51	46	or.	27	57	31*	11	20	
Alger.	0	0	29	oc.	0	7	36*	49	30	
Amiens.	0*	0	8	oc.	0	2	49*	53	38	
Amsterdam.	0	10	36	or.	2	39	52*	22	45	
Ancone	0*	44	42	or.	11	11	43*	37	54	
Angers.	0*	11	35	oc.	2	54	47*	28	8	
Angoulême.	0*	8	45	oc.	2	11	45*	39	3	
Antibe.	0*	19	14	or.	4	49	43*	34	50	
Anvers.	0*	8	17	or.	2	4	51*	13	15	
Archangel.	2*	26	20	or.	36	35	64	34	0	
Arles.	0*	9	12	or.	2	18	43*	40	33	
Arras.	0*	1	45	or.	0	26	50*	17	30	
Avignon.	0*	9	54	or.	2	29	43*	57	25	
Avranches.	0*	14	51	oc.	3	43	48*	41	18	
Aurillac.	0*	0	28	or.	0	7	44*	55	10	
Auch.	0*	7	20	oc.	1	45	43*	38	46	
Autun.	0*	7	52	or.	1	58	46*	56	46	
Auxerre.	0*	4	57	or.	1	14	47*	47	54	
Barcelone.	0	0	28	oc.	0	7	41†	26	0	
Basle.	0	21	0	or.	5	15	47	55	0	S.

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens en temps. H.	M.	S.		en dégr. D.	M.	Latitudes ou hauteurs du Pôle. D.	M.	S.	
Bayeux.	0*	12	11	oc.	3	3	49*	16	30	
Bayonne.	0*	15	20	oc.	3	50	43*	29	21	
Beauvais.	0*	1	1	oc.	0	15	49*	26	2	
Berlin.	0*	44	25	or.	11	6	52*	32	30	
Besançon.	0*	14	50	or.	3	43	47*	13	45	
Beziers.	0*	3	30	or.	0	53	43*	20	41	
Blois.	0*	4	1	oc.	1	0	47*	35	19	
Bologne, *Ste Petrone.*	0*	36	5	or.	9	1	44*	29	36	
Bordeaux.	0*	11	39	oc.	2	55	44*	50	18	
Boulogne, *Picardie.*	0*	2	53	oc.	0	43	50*	43	31	
Bourges.	0*	0	14	or.	0	3	47*	4	58	
Breslaw, *Silesie.*	0*	59	15	or.	14	48	51*	3	0	
Brest.	0*	27	23	oc.	6	51	48*	23	0	
Bruxelles.	0*	8	7	or.	2	2	50*	51	0	
Buenos-Ayres.	4*	3	25	oc.	60	51	34*	35	26	M.
Cadiz.	0*	33	25	oc.	8	21	36†	31	7	S.
Caen.	0*	10	47	oc.	2	42	49*	11	10	
le Caire, *Egypte.*	1*	56	25	or.	29	6	30*	2	30	
Cahors.	0*	3	33	oc.	0	53	44*	26	4	
Calais.	0*	1	56	oc.	0	29	50*	57	31	
Cambray.	0*	3	35	or.	0	54	50*	10	30	
Candie.	1*	31	52	or.	22	58	35*	18	45	
Cap de Bonne-Espér.	1*	4	40	or.	16	10	33*	55	15	M.
Cap Vert.	1*	18	0	oc.	19	30	14*	43	0	S.
Carcassonne	0*	0	3	or.	0	1	43*	12	51	
Cartagêne, *Amérique.*	5*	11	5	oc.	77	46	10*	26	35	
Castres	0*	0	21	oc.	0	5	43*	37	10	S.
Caye S. Louis, *Amériq.*	5*	1	44	oc.	75	26	18*	19	0	
Cayenne, *Amérique.*	3*	38	20	oc.	54	35	4*	56	0	
Châlons *sur Marne.*	0*	8	9	or.	2	2	48*	57	12	
Châlon-*sur-Saône.*	0*	10	6	or.	2	31	46*	46	50	
Chandernagor.	5*	44	37	or.	86	9	22*	51	26	
Chartres.	0*	3	24	oc.	0	51	48*	26	49	
Cherbourg.	0*	15	53	oc.	3	58	49*	38	26	
Civita-Vecchia.	0*	37	45	or.	9	26	42*	5	24	

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens. en temps. H.	M.	S.		en dégr. D.	M.	Latitudes ou hauteurs du Pôle. D.	M.	S.	
Clermont, *Auvergne*. .	0*	3	0	*or.*	0	45	45*	46	45	
Cologne.	0	19	0	*or.*	4	45	50	55	0	
la Conception, *Amérique*.	5*	0	0	*oc.*	75	0	36*	42	53	M.
Condom.	0*	7	53	*oc.*	1	58	43*	57	55	S.
Constantinople. . .	1*	46	14	*or.*	26	34	41*	0	0	
Coppenhague. . . .	0*	41	41	*or.*	10	25	55	40	45	
Coutances.	0*	15	10	*oc.*	3	47	49*	2	50	
Cracovie.	1	10	0	*or.*	17	30	50	10	0	
Dantzic.	1*	4	44	*or.*	16	11	54†	22	0	
Dax.	0*	13	36	*oc.*	3	24	43*	42	23	
Dieppe.	0*	5	3	*oc.*	1	16	49*	55	17	
Dijon.	0*	10	50	*or.*	2	42	47*	19	22	
Dol, *Bretagne*. . .	0*	16	25	*oc.*	4	6	48*	33	9	
Dunkerque.	0*	0	10	*or.*	0	2	51*	2	4	
Edimbourg.	0	21	41	*oc.*	5	25	55	58	0	
Embrun.	0*	16	36	*or.*	4	9	44*	34	0	
Erzerom, *Arménie*. .	3†	5	3	*or.*	46	16	39†	56	35	
Evreux.	0*	4	45	*oc.*	1	11	49*	1	24	
Ferrare.	0†	37	5	*or.*	9	20	44*	54	0	
La Flêche.	0*	9	52	*oc.*	2	28	47*	42	0	
Florence.	0*	34	48	*or.*	8	42	43*	46	30	
Francfort.	0	25	26	*or.*	6	21	50	6	10	S.
Fréjus. . . .	0*	17	39	*or.*	4	25	43*	26	3	
Gand. . . .	0*	5	35	*or.*	1	24	51*	3	0	
Gap.	0*	14	58	*or.*	3	44	44*	35	9	
Gênes. . . .	0*	25	3	*or.*	6	16	44*	25	0	
Geneve.	0†	17	0	*or.*	4	0	46†	12	0	
Goa, *Indes*. . . .	4*	45	40	*or.*	71	25	15*	31	0	
Gothebourg, *Suede*. .	0†	37	15	*or.*	9	19	57†	42	0	
Granville.	0*	15	48	*oc.*	3	57	48*	50	11	
Grasse.	0*	18	24	*or.*	4	36	43*	39	25	
Greenwich. . .	0*	9	10	*oc.*	2	18	51*	28	30	
Grenoble. . . .	0*	13	32	*or.*	3	24	45*	11	49	
Jerusalem	2	12	0	*or.*	33	0	31	50	0	
Ingolstadt. . .	0*	36	10	*or.*	9	2	48*	46	0	

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens. en temps. H.	M.	S.		en dégr. D.	M.	Latitudes ou hauteurs du Pôle. D.	M.	S.	
Isle de l'Ascension. .	1*	5	16	*oc.*	16	19	7*	57	0	M.
Isle de Bourb. *S. Denis.*	3*	32	40	*or.*	53	10	20*	51	43	
Isle de Fer, *au Bourg.*	1*	19	35	*oc.*	19	54	27*	47	20	S.
Isle de Fr., *P.-Louis.*	3*	40	32	*or.*	55	8	20*	9	45	M.
Ispahan, *Perse.* . .	3	22	0	*or.*	50	30	32*	25	0	S.
Kebec, *Canada.* . .	4*	48	52	*oc.*	72	13	46*	55	0	
Landau. . . .	0*	23	10	*or.*	5	48	49*	11	40	
Langres. . . .	0*	11	58	*or.*	2	59	47*	52	17	
Laon. . . .	0*	5	10	*or.*	1	17	49*	33	52	
Lausane. . . .	0*	17	41	*or.*	4	25	46*	31	5	
Lectoure. . . .	0*	6	52	*oc.*	1	43	43*	56	2	
Leipsick. . . .	0*	40	0	*or.*	10	0	51†	19	14	
Liége.	0	13	0	*or.*	3	15	50	36	0	
Lille, *Flandres.* . .	0*	2	57	*or.*	0	44	50*	37	50	
Lima, *Perou.* . .	5*	16	38	*oc.*	79	10	12*	1	15	M.
Limoges. . . .	0*	4	19	*oc.*	1	5	45*	49	53	S.
Lisbonne. . . .	0*	45	50	*oc.*	11	18	38*	42	20	
Lisieux.	0	8	20	*oc.*	2	5	49	11	0	S.
Louisbourg. . . .	4*	9	0	*oc.*	62	15	45*	53	45	
Londres. . . .	0*	9	41	*oc.*	2	25	51*	31	0	
Luçon.	0*	14	2	*oc.*	3	31	46*	27	14	
Lunde, *Scanie.* . .	0†	44	5	*or.*	11	1	55†	41	36	
Lyon.	0*	9	59	*or.*	2	30	45*	45	51	
Macao, *Chine.* . .	7*	25	45	*or.*	111	26	22*	12	44	
Madrid.	0*	24	18	*oc.*	6	5	40*	25	0	
Malaca, *Indes.* . .	6*	39	0	*or.*	99	45	2*	12	0	
Malines.	0*	8	35	*or.*	2	9	51*	1	50	
Malte.	0*	48	34	*or.*	12	10	35*	54	0	
Manille, *Indes.* . .	7	52	0	*or.*	118	0	14	30	0	
Marseille. . . .	0*	12	9	*or.*	3	2	43*	17	45	
Martiniq. *Cul de sac. rob.*	4*	13	15	*oc.*	63	19	14*	43	9	
Mayence. . . .	0	24	0	*or.*	6	0	49	54	0	
Meaux.	0*	2	10	*or.*	0	33	48*	57	37	
Mende.	0*	4	38	*or.*	1	10	44*	30	47	
Menin	0*	3	9	*or.*	0	47	50*	47	40	

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens. en temps. H.	M.	S.		en dégr. D.	M.	Latitudes ou hauteurs du Pôle. D.	M.	S.	
Metz.	0*	15	24	or.	3	51	49*	7	5	
Mexique, *Amérique*.	7†	4	0	oc.	106	0	20†	0	0	
Milan.	0	28	0	or.	7	0	45	25	0	
Modene.	0†	35	30	or.	8	53	44	34	0	
Mons.	0*	6	29	or.	1	37	50*	27	10	
Montpellier.	0*	6	11	or.	1	33	43*	36	33	
Moscow.	2*	21	45	or.	35	26	55*	45	20	
Moulins.	0*	4	0	or.	1	0	46*	34	4	
Munich.	0	37	0	or.	9	15	48	2	0	
Namur.	0*	10	6	or.	2	32	50*	28	0	
Nancy.	0*	15	26	or.	3	52	48*	41	28	
Nantes.	0*	15	35	oc.	3	54	47*	13	17	
Naples.	0*	47	35	or.	11	54	40†	50	45	
Narbonne.	0*	2	41	or.	0	40	43*	11	13	S.
Nevers.	0*	3	18	or.	0	49	46*	59	13	
Nice.	0*	19	49	or.	4	57	43*	41	54	
Nieuport.	0*	1	40	or.	0	25	51*	7	41	
Nismes.	0*	8	5	or.	2	1	43*	50	35	
Nouvelle Orléans.	6*	9	15	oc.	92	19	29*	57	45	
Noyon.	0*	2	43	or.	0	41	49*	34	37	
Nuremberg	0*	34	56	or.	8	44	49†	26	55	
Olinde, *Brésil*.	2	30	0	oc.	37	30	8	13	0	M.
Orange.	0*	9	44	or.	2	26	44*	9	17	S.
Orléans.	0*	1	43	oc.	0	26	47*	54	4	
Ostende.	0*	2	20	or.	0	35	51*	13	55	
Padoue.	0*	38	22	or.	9	36	45*	22	26	
Paris, *à l'Observatoire*.	0*	0	0	*	0	0	48*	50	10	
Pau, *en Bearn*.	0*	9	56	oc.	2	29	43†	15	0	
Pekin, *Chine*.	7*	36	10	or.	114	3	39*	54	0	
Perigueux.	0*	6	28	oc.	1	37	45*	11	10	
Perpignan.	0*	2	16	or.	0	34	42*	41	55	
S. Petersbourg.	1*	52	0	or.	28	0	59*	56	0	
Pezenas.	0	4	32	or.	1	8	43	26	40	
Pic des Açores.	2	2	0	oc.	30	30	38	35	0	
Pic de Tenerif.	1*	15	28	oc.	18	52	28*	12	54	

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens. en temps. H.	M.	S.		en dégr. D.	M.	Latitudes ou hauteurs du Pôle. D.	M.	S.	
Poitiers.	0*	8	0	oc.	2	0	46*	35	0	
Pondichery . . .	5*	9	50	or.	77	28	11*	56	30	
Portobelo, *Amérique*.	5*	28	40	oc.	82	10	9*	33	5	
le Puy.	0*	6	13	or.	1	33	45*	25	2	
Quanton, *Chine*. .	7*	22	53	or.	110	43	23*	8	0	
Quinper.	0*	25	50	oc.	6	27	47*	58	24	
Quitto.	5*	21	0	oc.	80	15	0*	13	17	M.
Reims.	0*	6	52	or.	1	43	49*	14	36	S.
Rennes.	0*	16	8	oc.	4	2	48*	6	55	
Rimini.	0*	40	57	or.	10	14	44*	3	43	M.
Rio-Janeïro. . .	3*	0	20	oc.	45	5	22	54	10	S.
la Rochelle. . . .	0*	14	23	oc.	3	36	46*	9	43	
Rhodez.	0*	0	57	or.	0	14	44*	21	0	
Rome, *à S. Pierre*. .	0*	40	37	or.	10	9	41*	54	11	
Rouen.	0*	4	59	oc.	1	15	49*	26	23	
Saintes.	0*	11	56	oc.	2	59	45*	44	43	
Saint-Brieux. . .	0*	20	13	oc.	5	3	48*	31	21	
Saint-Flour. . . .	0*	3	2	or.	0	46	45*	1	55	
Saint-Malo. . . .	0*	17	29	oc.	4	22	48*	38	59	
Sainte-Marthe. *Amér.*	5	5	38	oc.	76	25	11	26	40	
Saint-Omer. . . .	0*	0	20	oc.	0	5	50*	44	46	
Saint Paul de Léon. .	0*	25	21	oc.	6	20	48*	40	55	
Salonique. . . .	1*	23	12	or.	20	48	40*	41	10	
Seez	0*	8	41	oc.	2	10	48*	36	21	
Senlis.	0*	1	0	or.	0	15	49*	12	23	
Sens.	0*	3	48	or.	0	57	48*	11	56	
Siam, *Indes*. . . .	6*	34	0	or.	98	30	14*	18	0	
Sisteron.	0*	14	24	or.	3	36	44*	11	21	
Smyrne.	1*	39	59	or.	25	0	38*	28	7	
Soissons.	0*	3	58	or.	0	59	49*	22	32	
Stockolm. . . .	1*	3	0	or.	15	45	59†	20	0	
Strasbourg	0*	21	45	or.	5	26	48*	34	35	
Surate.	4	40	0	or.	70	0	21†	10	0	
Tarbe.	0*	9	6	oc.	2	16	43*	14	2	
Tolede.	0	22	40	oc.	5	40	39	50	0	

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens. en temps. H.	M.	S.		en dégr. D.	M.	Latitudes ou hauteurs du Pôle. D.	M.	S.	
Tornea.	1*	27	30	or.	21	53	65*	50	50	
Toul.	0*	14	15	or.	3	34	48*	40	27	
Toulon.	0*	14	26	or.	3	37	43*	7	24	
Touloufe.	0*	3	35	oc.	0	54	43*	35	54	
Tours.	0*	6	35	oc.	1	39	47*	23	44	S.
Treguier.	0*	22	21	oc.	5	35	48*	46	45	
Tripoli, *Barbarie.*	0*	43	1	or.	10	45	32*	53	40	
Troyes.	0*	7	0	or.	1	45	48*	18	2	
Turin.	0*	21	20	or.	5	20	44*	51	30	
Valparais, *Chili.*	4*	58	37	oc.	74	39	33*	0	19	M.
Vannes.	0*	20	26	oc.	5	6	47*	39	14.	S.
Varfovie.	1	15	0	or.	18	45	52†	14	0	
Vence.	0*	19	10	or.	4	47	43*	43	16	
Venife.	0*	38	58	or.	9	45	45†	25	0	
Verdun.	0*	12	11	or.	3	3	49*	9	18	
Veronne.	0*	35	54	or.	8	59	45*	26	26	
Verfailles.	0*	0	51	oc.	0	13	48*	48	18	
Vienne, *Autriche.*	0*	56	10	or.	14	2	48*	12	48	
Viviers.	0*	9	25	or.	2	21	44*	28	54	
Upfal.	1*	1	30	or.	15	24	59*	51	50	
Uranibourg.	0*	42	10	or.	10	33	55*	54	15	
Wirtemberg, *Saxe*	0*	40	54	or.	10	14	51*	43	10	
Ylo, *au Perou.*	4*	54	12	oc.	73	33	17*	36	15	M.
Ypres.	0*	2	12	or.	0	33	50*	51	5	S.

Premiere Table des Cordes depuis 1 dégré jusqu'à 90 dégrés, pour un rayon de 2000 parties.

1	34. 9	31	1068. 9	61	2030. 1
2	69. 8	32	1102. 5	62	2060. 1
3	104. 7	33	1136. 0	63	2090. 0
4	139. 6	34	1169. 5	64	2119. 7
5	174. 5	35	1202. 8	65	2149. 2
6	209. 4	36	1236. 0	66	2178. 6
7	244. 2	37	1269. 2	67	2207. 8
8	279. 0	38	1302. 3	68	2236. 8
9	313. 8	39	1335. 2	69	2265. 6
10	348. 6	40	1368. 1	70	2294. 3
11	383. 4	41	1400. 8	71	2322. 8
12	418. 1	42	1433. 5	72	2351. 1
13	452. 8	43	1466. 0	73	2379. 3
14	487. 5	44	1498. 4	74	2407. 3
15	522. 1	45	1530. 7	75	2435. 1
16	556. 7	46	1562. 9	76	2462. 6
17	591. 2	47	1595. 0	77	2490. 0
18	625. 7	48	1626. 9	78	2517. 3
19	660. 2	49	1658. 8	79	2544. 3
20	694. 6	50	1690. 5	80	2571. 1
21	728. 9	51	1722. 0	81	2597. 8
22	763. 2	52	1753. 5	82	2624. 2
23	797. 5	53	1884. 8	83	2650. 5
24	831. 7	54	1816. 0	84	2676. 5
25	865. 8	55	1847. 0	85	2702. 4
26	899. 8	56	1877. 9	86	2728. 0
27	933. 8	57	1908. 6	87	2753. 4
28	967. 7	58	1939. 2	88	2778. 6
29	1001. 5	59	1969. 7	89	2803. 6
30	1035. 2	60	2000. 0	90	2828. 4

Seconde

Seconde Table des Cordes depuis 1 dégré jusqu'à 90 dégrés, pour un rayon de 3000 parties.

1	52. 3	31	1603. 4	61	3045. 3
2	104. 7	32	1653. 8	62	3090. 4
3	157. 1	33	1704. 1	63	3135. 1
4	209. 4	34	1754. 2	64	3179. 7
5	261. 7	35	1804. 2	65	3224. 1
6	314. 0	36	1854. 1	66	3268. 2
7	366. 3	37	1903. 8	67	3312. 0
8	418. 5	38	1953. 4	68	3355. 2
9	470. 7	39	2002. 8	69	3398. 4
10	522. 9	40	2052. 1	70	3441. 4
11	575. 1	41	2101. 2	71	3484. 2
12	627. 2	42	2150. 2	72	3526. 5
13	679. 2	43	2199. 0	73	3568. 8
14	731. 2	44	2247. 6	74	3510. 8
15	783. 1	45	2296. 1	75	3652. 5
16	835. 0	46	2344. 4	76	3693. 9
17	886. 8	47	2392. 5	77	3735. 0
18	938. 6	48	2440. 4	78	3775. 8
19	990. 3	49	2488. 1	79	3816. 3
20	1041. 9	50	2535. 7	80	3856. 5
21	1093. 4	51	2583. 1	81	3896. 5
22	1144. 8	52	2630. 3	82	3936. 3
23	1196. 2	53	2677. 2	83	3975. 8
24	1247. 5	54	2723. 9	84	4014. 9
25	1298. 6	55	2770. 5	85	4053. 6
26	1339. 7	56	2816. 8	86	4092. 0
27	1400. 7	57	2862. 9	87	4130. 1
28	1451. 5	58	2908. 8	88	4167. 9
29	1502. 3	59	2954. 5	89	4205. 4
30	1552. 9	60	3000. 0	90	4242. 6

Table des réfractions du Soleil.

Hau. D.	Réfract. M. S.	Hau. D.	Réfract. M. S.	Hau. D.	Réfract. M. S.
0	32.20	31	1.38	61	0.33
1	27.56	32	1.34	62	0.31
2	21. 4	33	1.30	63	0.30
3	16. 6	34	1.27	64	0.28
4	12.48	35	1.23	65	0.27
5	10.32	36	1.20	66	0.26
6	8.55	37	1.18	67	0.25
7	7.44	38	1.15	68	0.24
8	6.47	39	1.12	69	0.22
9	6. 4	40	1.10	70	0.21
10	5.28	41	1. 7	71	0.20
11	4.58	42	1. 5	72	0.19
12	4.12	43	1. 3	73	0.18
13	4.32	44	1. 1	74	0.17
14	3.54	45	0.59	75	0.16
15	3.38	46	0.58	76	0.14
16	3.24	47	0.56	77	0.13
17	3.11	48	0.54	78	0.12
18	3. 0	49	0.52	79	0.11
19	2.49	50	0.50	80	0.10
20	2.39	51	0.49	81	0. 9
21	2.31	52	0.47	82	0. 8
22	2.25	53	0.45	83	0. 7
23	2.18	54	0.43	84	0. 6
24	2.12	55	0.41	85	0. 5
25	2. 6	56	0.40	86	0. 4
26	2. 0	57	0.38	87	0. 3
27	1.55	58	0.37	88	0. 2
28	1.51	59	0.35	89	0. 1
29	1.46	60	0.34	90	0. 0
30	1.42				

Table du rapp. des deg. aux temps.

D. M.	H. M.	M. S.	D. M.	H. M.	M. S.	D. M.	H. M.	M. S.
1	0	4	31	2	4	61	4	4
2	0	8	32	2	8	62	4	8
3	0	12	33	2	12	63	4	12
4	0	16	34	2	16	64	4	16
5	0	20	35	2	20	65	4	20
6	0	24	36	2	24	66	4	24
7	0	28	37	2	28	67	4	28
8	0	32	38	2	32	68	4	32
9	0	36	39	2	36	69	4	36
10	0	40	40	2	40	70	4	40
11	0	44	41	2	44	71	4	44
12	0	48	42	2	48	72	4	48
13	0	52	43	2	52	73	4	52
14	0	56	44	2	56	74	4	56
15	1	0	45	3	0	75	5	0
16	1	4	46	3	4	76	5	4
17	1	8	47	3	8	77	5	8
18	1	12	48	3	12	78	5	12
19	1	16	49	3	16	79	5	16
20	1	20	50	3	20	80	5	20
21	1	24	51	3	24	81	5	24
22	1	28	52	3	28	82	5	28
23	1	32	53	3	32	83	5	32
24	1	36	54	3	36	84	5	36
25	1	40	55	3	40	85	5	40
26	1	44	56	3	44	86	5	44
27	1	48	57	3	48	87	5	48
28	1	52	58	3	52	88	5	52
29	1	56	59	3	56	89	5	56
30	2	0	60	4	0	90	6	0

Table des premieres & dernieres heures des Cadrans verticaux déclinans, à la latitude de 49 dégrés.

Les plans qui déclinent du midi à l'orient — Cessent d'être éclairés l'après midi

	D.	M.		H.	M.
de	90	0	à	Midi.	
de	86	24	à	0	15
de	82	48	à	0	30
de	79	13	à	0	45
de	75	40	à	I	0
de	72	10	à	I	15
de	68	42	à	I	30
de	65	47	à	I	45
de	61	57	à	II	0
de	58	39	à	II	15
de	55	25	à	II	30
de	52	16	à	II	45
de	49	10	à	III	0
de	46	9	à	III	15
de	43	10	à	III	30
de	40	16	à	III	45
de	37	16	à	IV	0

Les plans qui déclinent du midi à l'occident — Commencent à être éclairés avant midi

	D.	M.		H.	M.
de	90	0	à	Midi.	
de	86	24	à	XI	45
de	82	48	à	XI	30
de	79	13	à	XI	15
de	75	40	à	XI	0
de	72	10	à	X	45
de	68	42	à	X	30
de	65	47	à	X	15
de	61	57	à	X	0
de	58	39	à	IX	45
de	55	25	à	IX	30
de	52	16	à	IX	15
de	49	10	à	IX	0
de	46	9	à	VIII	45
de	43	10	à	VIII	30
de	40	16	à	VIII	15
de	37	16	à	VIII	0

Les autres plans déclinans du midi à l'orient, ou du midi à l'occident d'une quantité moindre que la plus grande amplitude, qui eſt 37 dégrés 16 minutes, peuvent marquer toutes les heures qui ſont au-deſſous de la ligne horiſontale, qui paſſeroit par le centre du cadran, ou bien toutes les heures qui ne font pas avec la méridienne un angle plus grand que 90 dégrés.

Voyez la Table des termes & matieres contenues en ce Traité, au mot *Amplitude*, où l'on apprendra ce que c'eſt & comment la trouver pour chaque élévation du pôle.

Premiere Table de l'Equation générale, pour servir à la correction de la Méridienne, lorsqu'on la trace par des hauteurs correspondantes du Soleil, dans des jours où sa déclinaison varie sensiblement.

Signes.		3 h. 20′	4 h.	4 h. 40′	5 h. 20′	6 h.	6 h. 40′	7 h. 20′	8 h.	8 h. 40′	9 h. 20′	10 h.	
♈	0°	31″	32″	32″	33″	33″	34″	35″	36″	37″	39″	41″	Septentrionaux
Soustr.	10	30	31	31	32	33	34	35	36	37	39	40	
	20	29	30	30	31	31	32	33	34	36	37	38	
I ♉	0	26	27	27	28	29	30	31	32	33	34	36	
Soustr.	10	24	24	25	25	26	27	27	28	30	30	32	
	20	21	21	21	22	22	23	23	24	26	26	27	
II ♊	0	16	16	16	17	17	18	18	19	19	20	21	Septentrionaux
	10	11	11	11	12	12	12	13	13	14	14	15	
Soustr.	20	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	
III ♋	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Addit.	10	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	
	20	11	11	11	12	12	12	13	13	14	14	15	
IV ♌	0	16	16	16	17	17	18	18	19	19	20	21	Septentrionaux
Addit.	10	20	21	21	21	22	22	23	24	25	26	27	
	20	24	24	25	25	26	26	27	28	29	30	31	
V ♍	0	27	27	28	28	29	30	30	31	33	34	35	
Addit.	10	29	29	30	30	31	32	33	34	36	36	38	
	20	30	31	32	32	33	33	34	35	37	38	40	
VI ♎	0	31	31	32	32	33	34	35	36	38	39	40	Méridionaux
Addit.	10	31	31	32	32	33	34	35	36	38	39	40	
	20	29	30	31	31	32	33	34	35	35	37	39	
VII ♏	0	28	28	29	29	30	31	31	32	33	35	36	
Addit.	10	25	25	26	26	27	28	28	29	29	31	33	
	20	21	22	22	22	23	24	24	25	25	27	28	
VIII ♐	0	17	17	17	18	18	19	19	19	19	21	22	Méridionaux
Addit.	10	12	12	12	12	13	13	13	14	14	15	16	
	20	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	
IX ♑	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Soustr.	10	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	
	20	12	12	12	13	13	13	14	14	14	15	16	
X ♒	0	17	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	Méridionaux
Soustr.	10	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27	28	
	20	25	26	26	27	27	28	29	29	31	32	33	
XI ♓	0	28	28	29	29	30	31	32	33	34	35	37	
Soustr.	10	30	30	31	31	32	33	34	35	36	37	39	
	20	31	31	32	32	33	34	35	36	37	39	40	

Seconde Table d'Equation générale, pour servir à la correction de la Méridienne, lorsqu'on la trace par des hauteurs correspondantes du Soleil, dans des jours où sa déclinaison varie sensiblement.

Signes.		3 h. 20′	4 h.	4 h. 40′	5 h. 20′	6 h.	6 h. 40′	7 h. 20′	8 h.	8 h. 40′	9 h. 20′	10 h.	
♈	0	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	Septentrionaux
Addit.	10	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	20	5	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	
I ♉	0	5	5	5	4	4	4	4	3	3	2	2	
Addit.	10	6	6	5	5	5	5	4	4	3	3	2	
	20	6	6	6	5	5	5	4	4	3	3	2	
II ♊	0	5	5	5	5	4	4	4	3	3	3	2	Septentrionaux
Addit.	10	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	
	20	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
III ♋	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Soustr.	10	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
	20	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	
IV ♌	0	5	5	5	5	4	4	4	3	3	3	2	Septentrionaux
Soustr.	10	6	6	5	5	5	5	4	4	3	3	2	
	20	6	6	5	5	5	4	4	4	3	3	2	
V ♍	0	5	5	5	4	4	4	4	3	3	2	2	
Soustr.	10	5	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	
	20	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
VI ♎	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Méridionaux
Addit.	10	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	20	5	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	
VII ♏	0	5	5	5	5	4	4	4	3	3	2	2	
Addit.	10	6	6	6	5	5	5	4	4	3	3	2	
	20	6	6	6	6	5	5	4	4	4	3	3	
VIII ♐	0	6	5	5	5	5	4	4	4	3	3	2	Méridionaux
Addit.	10	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	
	20	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
IX ♑	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Soustr	10	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
	20	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	
X. ♒	0	6	6	5	5	5	4	4	4	3	3	2	Méridionaux
Soustr.	10	6	6	5	5	5	4	4	4	3	3	2	
	20	6	6	6	5	5	5	4	4	3	3	2	
XI ♓	0	5	5	5	5	4	4	4	3	3	2	2	
Soustr.	10	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	
	20	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	

Premiere *Table de la déclinaison du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les premieres années après les Bissextiles, comme* 1761, 65, 69, 73, 77, *&c.*

Jours du Mois.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	A		A		A		B		B		B	
1	22	59	16	57	7	23	4	44	15	13	22	8
2	22	53	16	39	7	0	5	7	15	31	22	16
3	22	48	16	22	6	37	5	30	15	49	22	23
4	22	41	16	4	6	14	5	53	16	6	22	30
5	22	34	15	45	5	51	6	16	16	23	22	37
6	22	27	15	27	5	27	6	38	16	40	22	43
7	22	19	15	8	5	4	7	1	16	57	22	49
8	22	11	14	49	4	41	7	24	17	13	22	54
9	22	3	14	30	4	17	7	46	17	29	23	0
10	21	54	14	10	3	54	8	8	17	45	23	4
11	21	44	13	51	3	30	8	30	18	0	23	8
12	21	34	13	31	3	7	8	52	18	15	23	12
13	21	24	13	10	2	43	9	13	18	30	23	16
14	21	13	12	50	2	19	9	35	18	45	23	19
15	21	2	12	29	1	56	9	56	18	59	23	21
16	20	51	12	8	1	32	10	18	19	13	23	24
17	20	39	11	47	1	8	10	39	19	26	23	25
18	20	27	11	26	0	45	11	0	19	40	23	27
19	20	14	11	5	0	21	11	20	19	53	23	28
20	20	1	10	43	0	B 3	11	41	20	5	23	28
21	19	47	10	22	0	27	12	1	20	17	23	♋ 28
22	19	34	10	0	0	50	12	22	20	29	23	28
23	19	19	9	38	1	14	12	42	20	41	23	27
24	19	5	9	16	1	37	13	1	20	52	23	26
25	18	50	8	53	2	1	13	21	21	3	23	25
26	18	35	8	31	2	24	13	40	21	13	23	23
27	18	19	8	8	2	48	13	59	21	23	23	20
28	18	3	7	46	3	11	14	18	21	33	23	18
29	17	47			3	35	14	37	21	42	23	15
30	17	31			3	58	14	55	21	51	23	11
31	17	14			4	21			22	0		

Suite de la premiere Table de la déclinaiſon du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les premieres années après les Biſſextiles, comme 1761, 65, 69, 73, 77, &c.

Jours du Mois.	Juillet.		Août.		Septemb.		Octobre.		Novemb.		Décemb.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	B		B		B		A		A		A	
1	23	7	17	57	8	9	3	22	14	37	21	55
2	23	3	17	42	7	47	3	45	14	56	22	4
3	22	58	17	26	7	25	4	8	15	15	22	13
4	22	53	17	10	7	4	4	32	15	33	22	21
5	22	47	16	54	6	41	4	55	15	51	22	28
6	22	41	16	37	6	18	5	18	16	9	22	35
7	22	35	16	21	5	56	5	41	16	27	22	42
8	22	28	16	4	5	33	6	4	16	45	22	48
9	22	21	15	46	5	10	6	27	17	2	22	54
10	22	13	15	29	4	48	6	50	17	19	23	0
11	22	5	15	11	4	25	7	12	17	35	23	5
12	21	57	14	53	4	2	7	35	17	52	23	9
13	21	48	14	35	3	39	7	57	18	8	23	13
14	21	39	14	16	3	16	8	20	18	23	23	17
15	21	30	13	58	2	52	8	42	18	39	23	20
16	21	20	13	38	2	29	9	4	18	54	23	22
17	21	10	13	19	2	6	9	26	19	8	23	24
18	21	0	13	0	1	43	9	48	19	23	23	26
19	20	49	12	40	1	19	10	10	19	37	23	27
20	20	38	12	20	0	56	10	32	19	50	23	28
21	20	26	12	0	0	32	10	53	20	4	23	28
22	20	14	11	40	0	9	11	14	20	17	23	♑ 8
23	20	2	11	20	0	A 14	11	35	20	29	23	27
24	19	53	10	59	0	38	11	56	20	41	23	26
25	19	40	10	39	1	1	12	17	20	53	23	25
26	19	23	10	18	1	25	12	38	21	4	23	23
27	19	10	9	57	1	48	12	58	21	15	23	20
28	18	56	9	35	2	12	13	18	21	26	23	17
29	18	42	9	14	2	35	13	38	21	36	23	13
30	18	27	8	52	2	58	13	58	21	46	23	9
31	18	12	8	31			14	17			23	5

Seconde *Table de la déclinaiſon du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les ſecondes années après les Biſſextiles, comme* 1762, 66, 70, 74, 78, *&c.*

Jours du Mois.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	A		A		A		B		B		B	
1	23	0	17	1	7	28	4	39	15	9	22	6
2	22	55	16	44	7	5	5	2	15	27	22	14
3	22	49	16	26	6	42	5	25	15	45	22	21
4	22	43	16	8	6	19	5	47	16	2	22	29
5	22	36	15	50	5	56	6	10	16	19	22	35
6	22	29	15	31	5	33	6	32	16	36	22	52
7	22	21	15	13	5	10	6	56	16	53	22	48
8	22	13	14	54	4	46	7	18	17	9	22	53
9	22	5	14	37	4	23	7	40	17	25	22	58
10	21	56	14	15	3	59	8	2	17	41	23	3
11	21	46	13	55	3	36	8	25	17	57	23	7
12	21	37	13	35	3	12	8	48	18	12	23	11
13	21	26	13	15	2	49	9	8	18	27	23	15
14	21	16	12	55	2	25	9	30	18	41	23	18
15	21	5	12	34	2	1	9	51	18	56	23	21
16	20	53	12	14	1	38	10	13	19	10	23	23
17	20	42	11	53	1	14	10	34	19	23	23	25
18	20	29	11	31	0	50	10	55	19	36	23	26
19	20	17	11	10	0	27	11	15	19	49	23	27
20	20	4	10	49	0	3	11	36	20	2	23	28
21	19	51	10	27	0 B	21	11	57	20	14	23	28
22	19	37	10	5	0	44	12	17	20	26	23 ♋	28
23	19	23	9	43	1	8	12	37	20	38	23	28
24	19	8	9	21	1	32	12	57	20	49	23	27
25	18	54	8	59	1	55	13	16	21	0	23	25
26	18	39	8	36	2	19	13	36	21	11	23	23
27	18	23	8	14	2	42	13	55	21	21	23	21
28	18	7	7	51	3	6	14	14	21	31	23	18
29	17	51			3	29	14	32	21	40	23	15
30	17	35			3	52	14	51	21	49	23	12
31	17	18			4	15			21	58		

Suite de la seconde Table de la déclinaison du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les secondes années après les Bissextiles, comme 1762, 66, 70, 74, 78, &c.

Jours du Mois.	Juillet.		Août.		Septemb.		Octobre.		Novemb.		Décemb.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	B		B		B		A		A		A	
1	23	8	18	1	8	14	3	16	14	32	21	53
2	23	4	17	46	7	52	3	39	14	51	22	2
3	22	59	17	30	7	30	4	3	15	10	22	11
4	22	54	17	14	7	8	4	26	15	29	22	19
5	22	49	16	58	6	46	4	49	15	47	22	26
6	22	43	16	41	6	24	5	12	16	5	22	34
7	22	36	16	25	6	2	5	35	16	23	22	41
8	22	30	16	8	5	39	5	58	16	40	22	47
9	22	23	15	51	5	16	6	21	16	58	22	53
10	22	15	15	33	4	53	6	44	17	15	22	58
11	22	7	15	15	4	30	7	7	17	31	23	3
12	21	59	14	57	4	7	7	29	17	48	23	8
13	21	51	14	39	3	44	7	52	18	4	23	12
14	21	42	14	21	3	21	8	14	18	20	23	16
15	21	32	14	2	2	58	8	37	18	35	23	19
16	21	23	13	43	2	35	8	59	18	50	23	22
17	21	11	13	24	2	12	9	21	19	5	23	24
18	21	2	13	5	1	48	9	43	19	18	23	26
19	20	51	12	45	1	25	10	5	19	33	23	27
20	20	40	12	25	1	2	10	26	19	48	23	28
21	20	29	12	5	0	38	10	48	20	1	23	28
22	20	17	11	45	0	15	11	9	20	13	23 ♑	28
23	20	5	11	26	0 A	9	11	30	20	26	23	28
24	19	52	11	4	0	32	11	51	20	38	23	27
25	19	39	10	44	0	56	12	12	21	50	23	25
26	19	26	10	23	1	19	12	33	21	2	23	23
27	19	13	10	2	1	42	12	53	21	13	23	21
28	18	59	9	41	2	6	13	13	21	23	23	18
29	18	45	9	19	2	29	13	33	21	34	23	14
30	18	31	8	58	2	53	13	53	21	43	23	10
31	18	16	8	36			14	13			23	6

Troisieme *Table de la déclinaison du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les troisiemes années aprés les Bissextiles, comme* 1763, 67, 71, 75, 79, *&c.*

Jours du Mois.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	A		A		A		B		B		B	
1	23	1	17	5	7	34	4	33	15	5	22	4
2	22	56	16	48	7	11	4	56	15	23	22	12
3	22	50	16	30	6	48	5	19	15	40	22	20
4	22	44	16	12	6	25	5	42	15	58	22	27
5	22	38	15	54	6	2	6	5	16	15	22	34
6	22	31	15	36	5	39	6	27	16	32	22	40
7	22	23	15	17	5	15	6	50	16	49	22	46
8	22	16	14	58	4	52	7	12	17	11	22	52
9	22	7	14	39	4	29	7	35	17	21	22	57
10	21	58	14	20	4	5	7	57	17	47	23	2
11	21	49	14	0	3	42	8	19	17	53	23	6
12	21	39	13	40	3	18	8	41	18	8	23	10
13	21	29	13	20	2	54	9	3	18	23	23	14
14	21	18	13	0	2	31	9	25	18	38	23	17
15	21	8	12	39	2	7	9	46	18	52	23	20
16	20	56	12	19	1	43	10	7	19	6	23	23
17	20	45	11	58	1	20	10	29	19	20	23	24
18	20	32	11	37	0	56	10	50	19	33	23	26
19	20	20	11	15	0	32	11	10	19	46	23	27
20	20	7	10	54	0	9	11	31	19	59	23	28
21	19	54	10	32	0 B	15	11	52	20	11	23	28
22	19	40	10	10	0	39	12	12	20	23	23 ♋	28
23	19	26	9	48	1	2	12	32	20	35	23	28
24	19	12	9	26	1	26	12	52	20	46	23	27
25	18	57	9	4	1	50	13	11	20	57	23	26
26	18	42	8	42	2	13	13	31	21	8	23	24
27	18	27	8	19	2	36	13	50	21	18	23	22
28	18	11	7	57	2	0	14	9	21	28	23	19
29	17	55			3	23	14	28	21	38	23	16
30	17	39			3	47	14	46	21	47	23	13
31	17	22			3	10			21	56		

Suite de la troisieme Table de la déclinaison du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les troisiemes années après les Bissextiles, comme 1763, 67, 71, 75, 79, &c.

Jours du Mois.	Juillet.		Août.		Septemb.		Octobre.		Novemb.		Décemb.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	B		B		B		A		A		A	
1	23	9	18	5	8	20	3	10	14	27	21	51
2	23	5	17	49	7	58	3	34	14	46	22	0
3	23	0	17	34	7	36	3	57	15	5	22	8
4	22	55	17	18	7	14	4	20	15	24	22	17
5	22	50	17	2	6	51	4	44	15	42	22	25
6	22	44	16	45	6	29	5	7	16	1	22	32
7	22	38	16	29	6	7	5	30	16	19	22	39
8	22	31	16	12	5	44	5	53	16	36	22	45
9	22	24	15	55	5	21	6	16	16	54	22	51
10	22	17	15	37	4	58	6	39	17	11	22	57
11	22	8	15	20	4	36	7	1	17	27	23	2
12	22	1	15	2	4	13	7	24	17	44	23	7
13	21	55	14	43	3	50	7	46	18	1	23	11
14	21	44	14	25	3	27	8	9	18	16	23	15
15	21	35	14	6	3	4	8	31	18	31	23	18
16	21	25	13	48	2	40	8	53	18	46	23	21
17	21	15	13	29	2	17	9	16	19	1	23	23
18	21	5	13	9	1	54	9	38	19	17	23	25
19	20	54	12	50	1	31	9	59	19	30	23	27
20	20	43	12	30	1	7	10	21	19	44	23	28
21	20	32	12	10	0	44	10	43	19	57	23	28
22	20	20	11	50	0	20	11	4	20	10	23 ♑	28
23	20	8	11	30	0 A	3	11	25	20	23	23	28
24	19	55	11	9	0	26	11	46	20	35	23	27
25	19	43	10	49	0	50	12	7	20	47	23	25
26	19	30	10	28	1	13	12	28	21	0	23	24
27	19	16	10	7	1	37	12	48	21	10	23	21
28	19	20	9	46	2	0	13	8	21	21	23	18
29	18	48	9	24	2	24	13	28	21	31	23	15
30	18	34	9	3	2	47	13	48	21	41	23	11
31	18	19	8	41			14	8			23	7

Quatrieme *Table de la déclinaiſon du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les années Biſſextiles, comme 1764, 68, 72, 76, 80, &c.*

Jours du Mois.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	A		A		A		B		B		B	
1	23	3	17	9	7	17	4	51	15	18	22	10
2	22	57	16	52	6	54	5	14	15	36	22	18
3	22	52	16	35	6	31	5	36	15	54	22	25
4	22	46	16	17	6	8	5	59	16	11	22	32
5	22	39	15	59	5	44	6	22	16	28	22	39
6	22	32	15	40	5	21	6	45	16	45	22	45
7	22	25	15	22	4	58	7	6	17	1	22	51
8	22	17	15	3	4	34	7	29	17	18	22	56
9	22	9	14	44	4	11	7	52	17	34	23	1
10	22	0	14	25	3	47	8	14	17	49	23	5
11	21	51	14	5	3	24	8	36	18	5	23	10
12	21	41	13	45	3	0	8	58	18	20	23	13
13	21	31	13	25	2	37	9	19	18	34	23	17
14	21	21	13	5	2	0	9	41	18	49	23	19
15	21	10	12	44	1	49	10	2	19	3	23	22
16	20	59	12	24	1	26	10	24	19	17	23	24
17	20	47	12	3	1	2	10	45	19	30	23	26
18	20	35	11	42	0	38	11	5	19	43	23	27
19	20	23	11	20	0	14	11	26	19	56	23	28
20	20	10	10	59	0 B	9	11	46	20	8	23	28
21	19	57	10	37	0	33	12	7	20	21	23 ♋	28
22	19	44	10	16	0	57	12	27	20	32	23	28
23	19	30	9	54	1	20	12	47	20	44	23	27
24	19	15	9	32	1	44	13	7	20	55	23	26
25	19	1	9	9	2	7	13	26	21	6	23	24
26	18	46	8	47	2	31	13	45	21	16	23	22
27	18	31	8	25	2	54	14	4	21	26	23	20
28	18	15	8	2	3	18	14	23	21	35	23	17
29	17	59	7	39	3	41	14	42	21	45	23	14
30	17	43			4	4	15	0	21	56	23	10
31	17	26			4	27			21	2		

Suite de la quatrieme Table de la déclinaison du Soleil à midi au Méridien de Paris, pour les années Bissextiles, comme 1764, 68, 72, 76, 80, &c.

Jours du Mois.	Juillet.		Août.		Septemb.		Octobre.		Novemb.		Décemb.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
	B		B		B		A		A		A	
1	23	6	17	53	8	3	3	28	14	42	21	58
2	23	1	17	38	7	41	3	51	15	1	22	6
3	22	57	17	21	7	19	4	15	15	20	22	15
4	22	51	17	6	6	57	4	38	15	38	22	23
5	22	46	16	49	6	34	5	1	15	56	22	30
6	22	39	16	33	6	12	5	24	16	14	22	37
7	22	33	16	16	5	49	5	47	16	32	22	44
8	22	26	15	59	5	27	6	10	16	49	22	50
9	22	19	15	42	5	4	6	33	17	7	22	56
10	22	11	15	24	4	41	6	56	17	23	23	1
11	22	3	15	6	4	18	7	18	17	40	23	6
12	21	55	14	48	3	55	7	41	17	56	23	10
13	21	46	14	30	3	32	8	4	18	12	23	14
14	21	37	14	11	3	9	8	26	18	28	23	18
15	21	27	13	52	2	46	8	47	18	43	23	20
16	21	18	13	43	2	23	9	10	18	58	23	23
17	21	7	13	14	2	0	9	32	19	12	23	25
18	21	57	12	54	1	36	9	54	19	27	23	27
19	20	46	12	35	1	13	10	16	19	41	23	28
20	20	34	12	15	0	49	10	37	19	55	23	28
21	20	23	11	55	0	26	10	59	20	7	23 ♑	28
22	20	11	11	35	0	13	11	20	20	20	23	28
23	19	58	11	14	0 A	21	11	41	20	32	23	27
24	19	46	10	54	0	44	12	2	20	44	23	26
25	19	33	10	33	1	8	12	23	21	56	23	24
26	19	19	10	12	1	31	12	43	21	7	23	22
27	19	6	9	51	1	55	12	4	21	18	23	19
28	18	52	9	30	2	18	13	24	21	29	23	16
29	18	38	9	8	2	41	13	43	21	39	23	12
30	18	23	8	47	3	5	14	3	21	48	23	8
31	18	8	8	25			14	23			23	4

Table de la déclinaiſon du Soleil pour tous les dégrés de l'Ecliptique, ſon obliquité étant ſuppoſée de 23 dégrés 28 minutes 20 ſecondes.

Dégrés des ſignes.	Le Bélier. ♈ B. La Balan. ♎. A.			Le Taur. ♉. B. Le Scorp. ♏. A.			Les Gém. ♊. B. Le Sagit. ♐. A.			Dégrés des ſignes.
	D.	M.	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.	
0	0	0	0	11	29	15	20	10	42	30
1	0	23	54	11	50	16	20	23	14	29
2	0	47	57	12	11	6	20	35	25	28
3	1	11	40	12	31	44	20	47	13	27
4	1	35	32	12	52	10	20	58	37	26
5	1	59	22	13	12	23	21	9	39	25
6	2	23	10	13	32	23	21	20	17	24
7	2	46	56	13	52	9	21	30	31	23
8	3	10	40	14	11	42	21	40	21	22
9	3	34	20	14	31	0	21	49	47	21
10	3	57	58	14	50	4	21	58	48	20
11	4	21	31	15	8	52	22	7	25	19
12	4	45	1	15	27	26	22	15	36	18
13	5	8	26	15	45	43	22	23	22	17
14	5	31	46	16	3	45	22	30	43	16
15	5	55	1	16	21	30	22	37	38	15
16	6	18	11	16	38	58	22	44	7	14
17	6	41	15	16	56	9	22	50	10	13
18	7	4	12	17	13	3	22	55	47	12
19	7	27	3	17	29	38	23	0	57	11
20	7	49	47	17	45	55	23	5	41	10
21	8	12	23	18	1	54	23	9	59	9
22	8	34	52	18	17	33	23	13	49	8
23	8	57	12	18	32	53	23	17	13	7
24	9	19	24	18	47	53	23	20	10	6
25	9	41	27	19	2	34	23	22	39	5
26	10	3	20	19	16	53	23	24	42	4
27	10	25	4	19	30	52	23	26	17	3
28	10	46	38	19	44	30	23	27	25	2
29	11	8	2	19	57	47	23	28	6	1
30	11	29	15	20	10	42	23	28	20	0
	La Vierge ♍. B. Les Poiſſ. ♓. A.			Le Lion ♌. B. Le Verſ. ♒. A.			L'Ecrev. ♋. B. Le Capr. ♑. A.			

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour de 10 en 10 dégrés de chaque ſigne, pour la latitude de 43 dégrés.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
ſign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	ſign.
♋	70	28	66	50	58	30	48	14	37	22	26	26	15	45	6	48	♋
10	70	6	66	31	58	14	48	0	37	9	26	13	15	31	6	29	20
20	68	59	65	32	57	25	47	17	36	28	25	31	14	48	5	32	10
♌	67	11	63	55	56	5	46	6	35	21	24	24	13	37	4	0	♊
10	64	46	61	43	54	13	44	28	33	48	22	52	12	1	1	56	20
20	61	50	59	1	51	54	42	25	31	53	20	57	10	3	. . .		10
♍	58	29	55	53	49	9	39	59	29	37	18	45	7	48	. . .		♉
10	54	50	52	26	46	5	37	14	27	5	16	18	5	20	. . .		20
20	50	58	48	44	42	46	34	17	24	20	13	39	2	42	. . .		10
♎	47	0	44	57	39	18	31	8	21	7	10	55	. . .		. . .		♈
10	43	2	41	6	35	47	27	57	18	31	8	9	. . .		. . .		20
20	39	10	37	21	32	19	24	47	15	37	5	26	. . .		. . .		10
♏	35	31	33	48	29	0	21	46	12	52	2	51	. . .		. . .		♓
10	32	10	30	32	25	57	18	59	10	18	0	29	. . .		. . .		20
20	29	14	27	40	23	16	16	31	8	3	. . .		. . .		. . .		10
♐	26	49	25	19	21	34	14	29	6	20	. . .		. . .		. . .		♒
10	25	15	23	33	19	24	12	57	4	48	. . .		. . .		. . .		20
20	23	54	22	28	18	23	12	0	3	57	. . .		. . .		. . .		10
30	23	32	22	6	18	1	11	42	3	40	. . .		. . .		. . .		♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour, de 10 en 10 dégrés de chaque signe, pour la hauteur du pôle de 44 dégrés.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
sign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	sign.
♋	69	28	66	3	58	0	48	1	37	20	26	34	16	2	6	5	♋
10	69	6	65	43	57	44	47	46	37	6	26	21	15	49	5	49	20
20	67	59	64	43	56	54	47	2	36	24	25	38	15	4	5	1	10
♌	66	11	63	5	55	31	45	49	35	15	24	29	13	52	3	44	♊
10	63	46	60	52	53	38	44	9	33	40	22	54	12	14	1	59	20
20	60	50	58	9	51	16	42	2	31	42	20	58	10	15	. . .		10
♍	57	29	54	59	48	29	39	33	29	23	19	24	7	57	. . .		♉
10	53	50	51	31	45	23	36	46	26	48	16	12	5	26	. . .		20
20	49	58	47	49	42	2	33	45	24	0	13	31	2	45	. . .		10
♎	46	0	44	1	38	32	30	34	21	5	10	44	. . .		. . .		♈
10	42	2	40	10	34	59	27	21	18	6	7	55	. . .		. . .		20
20	38	10	36	24	31	30	24	10	15	10	5	9	. . .		. . .		0
♏	34	31	32	51	28	10	21	7	12	22	2	32	. . .		. . .		♓
10	31	10	29	35	25	6	18	18	9	46	0	7	. . .		. . .		20
20	28	14	26	43	22	25	15	49	7	30	. . .		. . .		. . .		10
♐	25	49	24	21	20	11	13	45	5	37	. . .		. . .		. . .		♒
10	24	1	22	35	18	31	12	13	5	18	. . .		. . .		. . .		20
20	22	54	21	30	17	29	11	10	4	12	. . .		. . .		. . .		10
30	22	32	21	8	17	9	10	57	3	3	. . .		. . .		. . .		♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour de 10 en 10 dégrés de chaque ſigne, pour la latitude de 45 dégrés.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
ſign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	ſign.
♋	68	28	65	13	57	30	47	45	37	18	26	43	16	21	6	24	♋
10	68	6	64	54	57	14	47	30	37	4	26	29	16	6	6	15	20
20	66	59	63	53	56	22	46	45	36	20	25	45	15	21	5	27	10
♌	65	11	62	14	54	58	45	30	35	9	24	34	14	7	4	8	♊
10	62	46	60	0	53	2	43	47	33	32	22	58	12	28	2	22	20
20	59	50	57	15	50	38	41	38	31	31	20	57	10	26	0	14	10
♍	56	29	54	6	47	49	39	7	29	10	18	40	8	6	. . .		♉
10	52	50	50	37	44	41	36	17	26	32	16	8	5	32	. . .		20
20	48	58	46	54	41	18	33	13	23	41	13	23	2	48	. . .		10
♎	45	0	43	5	37	46	30	0	20	42	10	33	. . .		. . .		♈
10	41	2	39	13	34	12	26	44	17	41	7	41	. . .		. . .		20
20	37	10	35	27	30	42	23	31	14	43	4	53	. . .		. . .		10
♏	33	31	31	54	27	21	20	27	11	52	2	13	. . .		. . .		♓
10	30	10	28	37	24	16	17	36	9	15	. . .		. . .		. . .		20
20	27	14	25	45	21	34	15	6	6	57	. . .		. . .		. . .		10
♐	24	49	23	23	19	20	13	1	5	3	. . .		. . .		. . .		♒
10	23	1	21	37	17	39	11	29	3	37	. . .		. . .		. . .		20
20	21	54	20	32	16	37	10	31	2	44	. . .		. . .		. . .		10
30	21	32	20	9	16	17	10	12	2	27	. . .		. . .		. . .		♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour, de 10 en 10 dégrés de chaque ſigne, pour la hauteur du pôle de 46 dégrés.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
ſign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	ſign.
♋	67	28	64	23	56	57	47	29	37	14	26	50	16	39	6	59	♋
10	67	6	64	3	56	40	47	14	36	59	26	35	16	24	6	43	20
20	65	59	63	2	55	47	46	27	36	15	25	51	15	37	5	53	10
♌	64	11	61	23	54	22	45	11	35	2	24	39	14	22	4	33	♊
10	61	46	59	8	52	24	43	25	33	23	23	0	12	41	2	46	20
20	58	50	56	22	49	57	41	14	31	19	20	58	10	37	0	36	10
♍	55	29	53	11	47	6	38	40	28	55	18	38	8	14	. . .		♉
10	51	50	49	42	43	56	35	47	26	14	16	2	5	38	. . .		20
20	47	58	45	57	40	31	32	41	23	20	13	26	2	51	. . .		10
♎	44	0	42	9	36	59	29	55	20	19	10	24	. . .		. . .		♈
10	40	2	38	16	33	23	26	8	17	15	7	27	. . .		. . .		20
20	37	10	34	30	29	51	22	52	15	48	4	36	. . .		. . .		10
♏	32	31	30	56	26	30	19	46	11	22	1	56	. . .		. . .		♓
10	29	10	27	40	23	24	16	54	8	43	. . .		. . .		. . .		20
20	26	14	24	47	20	41	14	23	6	23	. . .		. . .		. . .		10
♐	23	49	22	25	18	26	12	18	4	27	. . .		. . .		. . .		♒
10	22	1	20	39	16	46	10	44	3	1	. . .		. . .		. . .		20
20	20	54	19	34	15	43	9	46	2	8	. . .		. . .		. . .		10
30	20	32	19	12	15	23	9	27	1	50	. . .		. . .		. . .		♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour, de 10 en 10 dégrés de chaque signe, pour la hauteur du pôle de 47 dégrés.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
sign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	sign.
♋	66	28	63	36	56	24	47	11	37	10	26	57	16	56	7	26	♋
10	66	6	63	15	56	6	46	56	36	55	26	42	16	40	7	10	20
20	64	59	62	13	55	13	46	8	36	9	25	56	15	53	6	19	10
♌	63	11	60	33	53	46	44	50	34	55	24	42	14	37	4	58	♊
10	60	46	58	17	51	46	43	2	33	13	23	36	12	54	3	10	20
20	57	50	55	30	49	18	40	48	31	7	20	57	10	47	0	58	10
♍	54	29	52	19	46	24	38	11	28	40	18	35	8	22	. . .		♉
10	50	50	48	48	43	13	35	16	25	57	15	56	5	43	. . .		20
20	46	58	45	4	39	46	32	9	23	0	13	15	2	54	. . .		10
♎	43	0	41	12	36	12	28	50	19	57	10	10	. . .		. . .		♈
10	39	2	37	21	32	35	25	30	16	50	7	12	. . .		. . .		20
20	35	10	33	35	29	2	22	13	13	47	4	19	. . .		. . .		10
♏	31	31	30	0	25	40	19	5	10	52	1	34	. . .		. . .		♓
10	29	10	26	43	22	33	16	12	8	11	. . .		. . .		. . .		20
20	25	14	23	51	19	50	13	39	5	50	. . .		. . .		. . .		10
♐	22	49	21	29	17	34	11	33	3	53	. . .		. . .		. .		♒
10	21	1	19	42	15	53	9	59	2	26	. . .		. . .		. . .		20
20	19	54	18	36	14	51	9	1	1	32	. . .		. . .		. . .		10
30	19	32	18	15	14	30	8	42	1	14	. . .		. . .		. . .		♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour, de 10 en 10 dégrés de chaque signe, pour la hauteur du pôle de 48 dégrés.

Heures.	XII.	XI. I.	X. II.	IX. III.	VIII. IV.	VII. V.	VI. VI.	V. VII.	Heures.
signes.	D. M.	D. M	D. M.	D. M	D. M.	D. M.	D. M.	M. M.	signes.
♋	65 28	62 44	55 50	46 53	37 4	27 3	17 13	8 30	♋
10	65 6	62 23	55 33	46 37	36 49	26 48	16 57	8 7	20
20	63 59	21 21	54 39	45 48	36 2	26 1	16 9	7 13	10
♌	62 11	59 40	53 10	44 28	34 47	24 46	14 51	5 45	♊
10	59 46	57 23	51 8	42 38	33 3	23 3	13 6	3 47	20
20	56 50	54 36	48 38	40 22	30 54	20 57	10 58	1 24	10
♍	53 29	51 23	45 43	37 42	28 25	18 31	8 30	. . .	♉
10	49 50	47 52	42 29	34 45	25 38	15 50	5 49	. . .	20
20	45 48	44 12	39 1	31 34	22 39	12 57	2 56	. . .	10
♎	42 0	40 16	35 25	28 14	19 33	9 58	. . .	. . .	♈
10	38 2	36 24	31 47	24 52	16 24	6 59	. . .	. . .	20
20	34 10	32 37	28 32	21 33	13 18	4 2	. . .	. . .	10
♏	30 31	29 3	24 50	18 24	11 59	1 15	. . .	. . .	♓
10	27 10	25 46	21 43	15 30	7 39	. . .	. . .	. . .	20
20	24 14	22 53	18 58	12 56	5 16	. . .	. . .	. . .	10
♐	21 49	20 30	16 43	10 49	3 18	. . .	. . .	. . .	♒
10	20 1	18 44	15 1	9 14	1 50	. . .	. . .	. . .	20
20	18 54	17 38	13 59	8 16	0 55	. . .	. . .	. . .	10
30	18 32	17 17	13 38	7 56	0 37	. . .	. . .	. . .	♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour, de 10 en 10 dégrés de chaque signe, pour la hauteur du pôle de 49 dégrés.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
sign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	sign.
♋	64	28	61	51	55	15	46	34	36	59	27	9	17	29	8	19	♋
10	64	6	61	31	54	57	46	17	36	43	26	54	17	13	8	2	20
20	62	59	60	28	54	1	45	28	35	13	26	6	16	26	7	11	10
♌	61	11	58	46	52	31	44	6	34	38	24	49	15	6	5	48	♊
10	58	46	56	29	50	28	42	14	32	58	23	5	13	19	3	56	20
20	55	50	53	41	47	56	39	55	30	42	20	56	11	8	1	40	10
♍	52	29	50	28	44	59	37	14	28	9	18	28	8	38	. . .		♉
10	48	50	46	56	41	43	34	14	25	20	15	44	5	54	. . .		20
20	44	58	43	11	38	14	31	0	22	18	12	48	3	0	. . .		10
♎	41	0	39	19	34	38	27	38	19	9	9	47	. . .		. . .		♈
10	37	2	35	27	30	58	24	15	15	58	6	44	. . .		. . .		20
20	33	10	31	40	27	23	20	54	12	50	3	45	. . .		. . .		10
♏	29	31	28	5	23	59	17	44	9	52	0	56	. . .		. . .		♓
10	26	10	24	48	20	51	14	48	7	7	. . .		. . .		. . .		20
20	23	14	21	55	18	6	12	13	4	43	. . .		. . .		. . .		10
♐	20	49	19	32	15	50	10	5	2	44	. . .		. . .		. . .		♒
10	19	1	17	46	14	8	8	30	1	15	. . .		. . .		. . .		20
20	17	54	16	40	13	5	7	31	0	20	. . .		. . .		. . .		10
30	17	32	16	18	12	44	7	11	0	2	. . .		. . .		. . .		♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour, de 10 en 10 dégrés de chaque signe, pour la hauteur du pôle de 50 dégrés.

Heures.	XII.		XI. I.		X. II.		IX. III.		VIII. IV.		VII. V.		VI. VI.		V. VII.		Heures.
sign.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	sign.
♋	63	38	60	58	54	39	46	13	36	52	27	14	17	46	8	46	♋
10	63	6	60	38	54	20	45	57	36	36	26	58	17	29	8	29	20
20	61	59	59	48	53	24	45	6	35	48	26	10	16	40	7	37	10
♌	60	11	57	52	51	53	43	42	34	29	24	52	15	20	6	13	♊
10	57	46	55	34	49	48	41	40	32	41	23	5	13	31	4	19	20
20	54	50	52	46	47	14	39	27	30	18	19	38	11	19	2	1	10
♍	51	29	49	32	44	16	36	43	27	53	18	24	8	46	...		♉
10	47	50	46	0	40	59	33	41	25	1	15	37	6	0	...		20
20	43	58	42	14	37	34	30	26	21	57	12	39	3	2	...		10
♎	40	0	38	23	33	50	27	2	18	45	9	35	...		...		♈
10	36	2	34	29	30	8	23	36	15	32	6	29	...		...		20
20	32	10	30	42	26	33	20	14	13	11	3	28	...		...		10
♏	28	31	27	7	23	8	17	27	9	21	0	36	...		. ! .		♓
10	25	10	23	49	20	0	14	5	6	35	...		...		...		20
20	22	14	20	57	17	14	11	29	4	9	...		...		...		10
♐	19	49	18	34	14	57	9	21	2	9	...		...		...		♒
10	18	1	16	47	13	51	7	45	0	39	...		...		...		20
20	16	54	15	41	12	12	6	45	...		...		...		...		10
30	16	32	15	17	11	51	6	25	...		...		...		...		♑

Table des hauteurs du Soleil à toutes les heures du jour, de 10 en 10 dégrés de chaque signe, pour la latitude de Paris, 48 dégrés 51 minutes.

Heures.	XII.	XI. I.	X. II.	IX. III.	VIII. IV.	VII. V.	VI. VI.	V. VII.	Heures.
sign.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	sign.
♋	64 37	61 59	55 20	46 37	36 59	27 28	17 27	8 15	♋
10	64 15	61 39	55 2	46 21	36 44	26 53	17 11	7 58	20
20	63 8	60 37	54 7	45 31	35 56	26 6	16 22	7 7	10
♌	61 29	58 55	52 37	44 9	34 39	24 49	15 3	5 44	♊
10	58 55	56 37	50 34	42 18	32 53	23 5	13 17	3 52	20
20	55 59	53 49	48 2	39 59	30 43	20 57	11 7	1 36	10
♍	52 38	50 36	45 6	37 18	28 11	18 28	8 37	. . .	♉
10	48 59	47 5	41 51	34 18	25 22	15 45	5 53	. . .	20
20	45 7	43 20	38 21	31 5	22 21	12 50	2 59	. . .	10
♎	41 9	39 28	34 44	27 44	19 13	9 48	. . .	. . .	♈
10	37 11	35 35	31 5	24 20	16 2	6 46	. . .	. . .	20
20	33 19	31 48	27 31	21 0	12 54	3 48	. . .	. . .	10
♏	29 40	28 14	24 7	17 50	9 56	0 59	. . .	. . .	♓
10	26 19	24 56	20 59	14 54	7 12	. . .	. . .	. . .	20
20	23 23	22 3	18 14	12 19	4 47	. . .	. . .	. . .	10
♐	20 58	19 41	15 58	10 12	2 48	. . .	. . .	. . .	♒
10	19 10	17 55	14 16	8 36	1 20	. . .	. . .	. . .	20
20	18 3	16 49	13 13	7 37	0 25	. . .	. . .	. . .	10
30	17 41	16 27	12 53	7 18	0 6	. . .	. . .	. . .	♑

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horiſontaux.

HEURES du matin.	LATITUDES *ou* HAUTEURS DU POLE.						HEURES du ſoir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	42. 10	42. 20	42. 30	42. 40	42. 50	43. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 31	2 32	2 23	2 33	2 38	2 34	15.
30.	5 3	5 4	5 5	5 6	5 7	5 8	30.
15.	7 36	7 38	7 39	7 41	7 42	7 43	45.
XI.	10 12	10 14	10 15	10 18	10 19	10 21	I.
45.	12 50	12 53	12 55	12 57	13 0	13 2	15.
30.	15 32	15 35	15 37	15 41	15 44	15 46	30.
15.	18 19	18 22	18 25	18 29	18 32	18 35	45.
X.	21 11	21 15	21 18	21 22	21 26	21 29	II.
45.	24 10	24 14	24 18	24 22	24 26	24 30	15.
30.	27 15	27 20	27 24	27 29	27 33	27 37	30.
15.	30 29	30 34	30 39	30 44	30 48	30 53	45.
IX.	33 52	33 57	34 3	34 8	34 13	34 18	III.
45.	37 26	37 31	37 37	37 42	37 47	37 52	15.
30.	41 11	41 16	41 22	41 27	41 32	41 38	30.
15.	45 8	45 13	45 19	45 24	45 30	45 35	45.
VIII.	49 18	49 24	49 30	49 34	49 39	49 46	IV.
45.	53 42	53 47	53 53	53 58	54 3	54 8	15.
30.	58 19	58 24	58 30	58 34	58 39	58 44	30.
15.	63 11	63 15	63 20	63 24	63 28	63 32	45.
VII.	68 14	68 18	68 23	68 26	68 29	68 33	V.
45.	73 30	73 33	73 36	73 39	73 42	73 44	15.
30.	78 54	78 56	78 58	79 0	79 2	79 4	30.
15.	84 25	84 26	84 28	84 29	84 30	84 31	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horisontaux.

HEURES du matin.	LATITUDES *ou* HAUTEURS DU POLE						HEURES du soir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	43. 10	43. 20	43. 30	43. 40	43. 50	44. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 34	2 35	2 35	2 35	2 36	2 36	15.
30.	5 9	5 10	5 11	5 12	5 13	5 14	30.
15.	7 45	7 46	7 48	7 49	7 51	7 52	45.
XI.	10 23	10 25	10 27	10 29	10 31	10 33	I.
45.	13 4	13 7	13 9	13 12	13 14	13 16	15.
30.	15 49	15 52	15 55	15 58	16 0	16 3	30.
15.	18 39	18 42	18 45	18 48	18 51	18 55	45.
X.	21 33	21 37	21 41	21 44	21 48	21 51	II.
45.	24 34	24 38	24 42	24 46	24 50	24 54	15.
30.	27 42	27 46	27 51	27 55	27 59	28 4	30.
15.	30 58	31 3	31 7	31 12	31 16	31 21	45.
IX.	34 23	34 28	34 33	34 38	34 42	34 47	III.
45.	37 58	38 3	38 8	38 13	38 18	38 23	15.
30.	41 43	41 49	41 54	41 59	42 4	42 9	30.
15.	45 41	45 46	45 51	45 56	46 2	46 7	45.
VIII.	49 50	49 56	50 1	50 6	50 11	50 16	IV.
45.	54 13	54 18	54 23	54 28	54 33	54 38	15.
30.	58 48	58 53	58 58	59 2	59 7	59 12	30.
15.	63 37	63 41	63 45	63 49	63 53	63 57	45.
VII.	68 37	68 40	68 44	68 47	68 51	68 54	V.
45.	73 47	73 50	73 53	73 56	73 59	74 1	15.
30.	79 7	79 8	79 10	79 12	79 14	79 16	30.
15.	84 32	84 33	84 34	84 35	84 36	84 37	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horiſontaux.

HEURES du matin.	LATITUDES *ou* HAUTEURS DU POLE.						HEURES du ſoir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	~~43~~ 44. 10	44. 20	44. 30	44. 40	44. 50	45. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 37	2 37	2 38	2 38	2 39	2 39	15.
30.	5 15	5 15	5 16	5 17	5 18	5 19	30.
15.	7 53	7 55	7 56	7 58	7 59	8 0	45.
XI.	10 35	10 36	10 38	10 40	10 42	10 44	I.
45.	13 18	13 21	13 23	13 25	13 28	13 30	15.
30.	16 6	16 9	16 11	16 14	16 17	16 20	30.
15.	18 58	19 1	19 4	19 7	19 10	19 13	45.
X.	21 55	21 58	22 2	22 6	22 9	22 13	II.
45.	24 58	25 2	25 6	25 10	25 14	25 17	15.
30.	28 8	28 12	28 16	28 21	28 25	28 29	30.
15.	31 26	31 30	31 35	31 39	31 44	31 48	45.
IX.	34 52	34 57	35 2	35 6	35 11	35 16	III.
45.	38 28	38 33	38 38	38 43	38 48	38 53	15.
30.	42 15	42 20	42 25	42 30	42 35	42 40	30.
15.	46 12	46 17	46 22	46 27	46 32	46 37	45.
VIII.	50 21	50 26	50 31	50 36	50 41	50 46	IV.
45.	54 43	54 47	54 52	54 57	55 2	55 7	15.
30.	59 16	59 21	59 25	59 30	59 34	59 38	30.
15.	64 2	64 6	64 10	64 14	64 18	64 21	45.
VII.	68 58	69 1	69 5	69 8	69 12	69 15	V.
45.	74 4	74 7	74 9	74 12	74 15	74 17	15.
30.	79 18	79 20	79 22	79 24	79 25	79 27	30.
15.	84 38	84 39	84 39	84 40	84 41	84 42	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horisontaux.

HEURES du matin.	LATITUDES *ou* HAUTEURS DU POLE.						HEURES du soir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	45. 10	45. 20	45. 30	45. 40	45. 50	46 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 40	2 40	2 41	2 41	2 42	2 42	15.
30.	5 20	5 21	5 22	5 23	5 24	5 25	30.
15.	8 2	8 3	8 5	8 6	8 7	8 9	45.
XI.	10 46	10 47	10 49	10 51	10 53	10 55	I.
45.	13 32	13 34	13 37	13 39	13 41	13 43	15.
30.	16 22	16 25	16 28	16 30	16 33	16 36	30.
15.	19 17	19 20	19 23	19 26	19 29	19 32	45.
X.	22 16	22 20	22 23	22 26	22 30	22 33	II.
45.	25 21	25 25	25 29	25 33	25 37	25 40	15.
30.	28 33	28 37	28 42	28 46	28 50	28 54	30.
15.	31 53	31 57	32 2	32 6	32 10	32 15	45.
IX.	35 21	35 25	35 30	35 35	35 39	35 44	III.
45.	38 58	39 3	39 7	39 12	39 17	39 22	15.
30.	42 45	42 50	42 55	42 59	43 4	43 9	30.
15.	46 42	46 47	46 52	46 57	47 2	47 7	45.
VIII.	50 51	50 56	51 1	51 5	51 10	51 15	IV.
45.	55 11	55 16	55 20	55 25	55 30	55 34	15.
30.	59 43	59 47	59 51	59 56	60 0	60 4	30.
15.	64 25	64 29	64 33	64 37	64 41	64 44	45.
VII.	69 18	69 21	69 25	69 28	69 31	69 34	V.
45.	74 20	74 23	74 25	74 28	74 30	74 33	15.
30.	79 29	79 31	79 33	79 34	79 36	79 38	30.
15.	84 43	84 44	84 45	84 46	84 47	84 48	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horisontaux.

HEURES du matin.	LATITUDES *ou* HAUTEURS DU POLE.						HEURES du soir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	46. 10	46. 20	46. 30	46. 40	46. 50	47. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 42	2 43	2 43	2 44	2 44	2 45	15.
30.	5 25	5 26	5 27	5 28	5 29	5 30	30.
15.	8 10	8 11	8 13	8 14	8 15	8 17	45.
XI.	10 56	10 58	11 0	11 2	11 4	11 5	I.
45.	13 46	13 48	13 50	13 52	13 54	13 57	15.
30.	16 38	16 41	16 43	16 46	16 49	16 51	30.
15.	19 35	19 38	19 41	19 44	19 47	19 50	45.
X.	22 37	22 40	22 43	22 47	22 50	22 54	II.
45.	25 44	25 48	25 52	25 55	25 59	26 3	15.
30.	28 58	29 2	29 6	29 10	29 14	29 18	30.
15.	32 19	32 23	32 28	32 32	32 36	32 41	45.
IX.	35 48	35 53	35 57	36 2	36 6	36 11	III.
45.	39 26	39 31	39 36	39 40	39 45	39 50	15.
30.	43 14	43 19	43 23	43 28	43 33	43 38	30.
15.	47 12	47 16	47 21	47 26	47 30	47 35	45.
VIII.	51 20	51 24	51 29	51 34	51 38	51 43	IV.
45.	55 39	55 43	55 47	55 52	55 56	56 1	15.
30.	60 8	60 12	60 16	60 20	60 25	60 29	30.
15.	64 48	64 52	64 55	64 59	65 3	65 6	45.
VII.	69 37	69 41	69 44	69 47	69 50	69 53	V.
45.	74 35	74 38	74 40	74 42	74 45	74 47	15.
30.	79 39	79 41	79 43	79 44	79 46	79 48	30.
15.	84 49	84 49	84 50	84 51	84 52	84 53	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horiſontaux.

Heures du matin.	Latitudes *ou* hauteurs du pole.						Heures du ſoir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	47. 10	47. 20	47. 30	47. 40	47. 50	48. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 45	2 46	2 46	2 46	2 47	2 47	15.
30.	5 31	5 32	5 33	5 34	5 34	5 35	30.
15.	8 18	8 19	8 21	8 22	8 23	8 24	45.
XI.	11 7	11 9	11 11	11 12	11 14	11 16	I.
45.	13 59	14 1	14 3	14 5	14 7	14 10	15.
30.	16 54	16 55	16 59	17 2	17 4	17 7	30.
15.	19 53	19 56	19 59	20 2	20 5	20 8	45.
X.	22 57	23 0	23 4	23 7	23 10	23 13	II.
45.	26 6	26 10	26 14	26 17	26 21	26 24	15.
30.	29 22	29 26	29 30	29 34	29 38	29 42	30.
15.	32 45	32 49	32 53	32 57	33 2	33 6	45.
IX.	36 15	36 20	36 24	36 28	36 33	36 37	III.
45.	39 54	39 59	40 3	40 8	40 12	40 17	15.
30.	43 42	43 47	43 51	43 56	44 1	44 5	30.
15.	47 40	47 44	47 49	47 54	47 58	48 3	45.
VIII.	51 47	51 52	51 56	52 1	52 5	52 9	IV.
45.	56 5	56 9	56 13	56 18	56 22	56 26	15.
30.	60 33	60 36	60 40	60 44	60 48	60 52	30.
15.	65 10	65 13	65 17	65 20	65 24	65 27	45.
VII.	69 56	69 59	70 2	70 5	70 8	70 10	V.
45.	74 50	74 52	74 54	74 57	74 59	75 1	15.
30.	79 50	79 51	79 53	79 54	79 56	79 57	30.
15.	84 54	84 54	84 55	84 56	84 57	84 58	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horisontaux.

Heures du matin.	Latitudes *ou* hauteurs du pole.						Heures du soir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	48. 10	48. 20	48. 30	48. 40	48. 51 Paris.	49. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 48	2 48	2 49	2 49	2 50	2 50	15.
30.	5 36	5 37	5 38	5 39	5 40	5 40	30.
15.	8 26	8 27	8 28	8 30	8 31	8 32	15.
XI.	11 17	11 19	11 21	11 23	11 25	11 26	I.
45.	14 12	14 14	14 16	14 18	14 20	14 22	15.
30.	17 9	17 12	17 14	17 17	17 20	17 22	30.
15.	20 11	20 13	20 16	20 19	20 23	20 25	45.
X.	23 17	23 20	23 23	23 26	23 30	23 33	II.
45.	26 28	26 32	26 35	26 39	26 42	26 46	15.
30.	29 46	29 49	29 53	29 57	30 1	30 45	30.
15.	33 10	33 14	33 18	33 22	33 28	33 30	45.
IX.	36 41	36 46	36 50	36 54	36 59	37 3	III.
45.	40 21	40 26	40 30	40 34	40 39	40 43	15.
30.	44 10	44 14	44 18	44 23	44 28	44 32	30.
15.	48 7	48 11	48 16	48 20	48 25	48 29	45.
VIII.	52 14	52 18	52 22	52 27	52 30	52 35	IV.
45.	56 30	56 34	56 38	56 42	56 47	56 50	15.
30.	60 56	61 0	61 3	61 7	61 11	61 15	30.
15.	65 30	65 34	65 37	65 40	65 44	65 47	45.
VII.	70 13	70 16	70 19	70 22	70 25	70 27	V.
45.	75 3	75 5	75 8	75 10	75 12	75 14	15.
30.	79 59	80 0	80 2	80 3	80 5	80 6	30.
15.	84 58	84 59	85 0	85 1	85 1	85 2	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horiſontaux.

Heures du matin.	Latitudes ou hauteurs du pole.						Heures du soir.
	D. M. 49. 10	D. M. 49. 20	D. M. 49. 30	D. M. 49. 40	D. M. 49. 50	D. M. 50. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 50	2 51	2 51	2 52	2 52	2 52	15.
30.	5 41	5 42	5 43	5 44	5 45	5 45	30.
15.	8 34	8 35	8 36	8 37	8 39	8 40	45.
XI.	11 28	11 29	11 31	11 33	11 34	11 36	I.
45.	14 24	14 26	14 28	14 31	14 33	14 35	15.
30.	17 24	17 27	17 29	17 31	17 34	17 36	30.
15.	20 28	20 31	20 33	20 36	30 39	20 42	45.
X.	23 36	23 39	23 42	23 45	23 48	23 52	II.
45.	26 49	26 53	26 56	27 0	27 23	27 6	15.
30.	30 8	30 12	30 16	30 20	30 23	30 27	30.
15.	33 34	33 38	33 42	33 46	33 50	33 54	45.
IX.	37 7	37 11	37 15	37 19	37 23	37 27	III.
45.	40 47	40 51	40 56	41 0	41 4	41 8	15.
30.	44 36	44 40	44 44	44 49	44 53	44 57	30.
15.	48 33	48 38	48 42	48 46	48 50	48 54	45.
VIII.	52 39	52 43	52 48	52 52	52 56	53 0	IV.
45.	56 54	56 58	57 2	57 6	57 10	57 14	15.
30.	61 18	61 22	61 25	61 29	61 33	61 36	30.
15.	65 50	65 53	65 57	66 0	66 3	66 6	45.
VII.	70 30	70 33	70 35	70 38	70 41	70 43	V.
45.	75 16	75 18	75 21	75 23	75 25	75 27	15.
30.	80 8	80 9	80 11	80 12	80 14	80 15	30.
15.	85 3	85 4	85 5	85 5	85 6	85 7	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horiſontaux.

HEURES du matin.	LATITUDES *ou* HAUTEURS DU POLE.						HEURES du ſoir.
	D. M	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	50. 10	50. 20	50. 30	50. 40	50. 50	51. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 53	2 53	2 54	2 54	2 55	2 55	15.
30.	5 46	5 47	5 48	5 49	5 50	5 51	30.
15.	8 41	8 42	8 44	8 45	8 46	8 47	45.
XI.	11 38	11 39	11 41	11 43	11 44	11 46	I.
45.	14 37	14 39	14 41	14 43	14 45	14 47	15.
30.	17 39	17 41	17 44	17 46	17 48	17 51	30.
15.	20 45	20 47	20 50	20 53	20 55	20 58	45.
X.	23 55	23 58	24 1	24 4	24 7	24 10	II.
45.	27 10	27 13	27 17	27 20	27 23	27 27	15.
30.	30 31	30 34	30 38	30 41	30 45	30 49	30.
15.	33 58	34 1	34 5	34 9	34 13	34 17	45.
IX.	37 31	37 35	37 39	37 43	37 47	37 51	III.
45.	41 12	41 17	41 21	41 25	41 29	41 33	15.
30.	45 1	45 6	45 10	45 14	45 18	45 22	30.
15.	48 58	49 3	49 7	49 11	49 15	49 19	45.
VIII.	53 4	53 8	53 12	53 16	53 20	53 24	IV.
45.	57 18	57 21	57 25	57 29	57 33	57 36	15.
30.	61 40	61 43	61 46	61 50	61 53	61 57	30.
15.	66 9	66 12	66 15	66 18	66 21	66 24	45.
VII.	70 46	70 49	70 51	70 54	70 56	70 59	V.
45.	75 29	75 31	75 33	75 35	75 37	75 39	15.
30.	80 16	80 18	80 19	80 21	80 22	80 23	30.
15.	85 7	85 8	85 9	85 10	85 10	85 11	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horiſontaux.

Heures du matin.	Latitudes *ou* hauteurs du pole.						Heures du soir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	51. 10	51. 20	51. 30	51. 40	51. 50	52. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 55	2 56	2 56	2 57	2 57	2 57	15.
30.	5 51	5 52	5 53	5 54	5 55	5 55	30.
15.	8 48	8 50	8 51	8 52	8 53	8 55	45.
XI.	11 47	11 49	11 51	11 52	11 54	11 55	I.
45.	14 49	14 51	14 53	14 55	14 57	14 59	15.
30.	17 53	17 55	17 58	18 0	18 2	18 5	30.
15.	21 1	21 4	21 6	21 9	21 12	21 14	45.
X.	24 13	24 16	24 19	24 22	24 25	24 28	II.
45.	27 30	27 33	27 36	27 40	27 43	27 46	15.
30.	30 52	30 56	30 59	31 3	31 6	31 10	30.
15.	34 20	34 24	34 28	34 32	34 35	34 39	45.
IX.	37 55	37 59	38 3	38 7	38 11	38 18	III.
45.	41 37	41 41	41 45	41 49	41 53	41 57	15.
30.	45 26	45 30	45 34	45 38	45 42	45 46	30.
15.	49 23	49 27	49 31	49 35	49 39	49 42	45.
VIII.	53 27	53 31	53 35	53 39	53 43	53 46	IV.
45.	57 40	57 44	57 47	57 51	57 54	57 57	15.
30.	62 0	62 3	62 7	62 10	62 13	62 16	30.
15.	66 27	66 30	66 33	66 36	66 39	66 42	45.
VII.	71 1	71 4	71 6	71 9	71 11	71 13	V.
45.	75 41	75 43	75 44	75 46	75 48	75 50	15.
30.	80 25	80 26	80 27	80 28	80 30	80 31	30.
15.	85 12	85 12	85 13	85 14	85 14	85 15	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table des angles faits par la Méridienne & les lignes horaires aux Cadrans horiſontaux.

HEURES du matin.	LATITUDES *ou* HAUTEURS DU POLE.						HEURES du ſoir.
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
	52. 10	52. 20	52. 30	52. 40	52. 50	53. 0	
	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	
45.	2 58	2 58	2 59	2 59	2 59	3 0	15.
30.	5 56	5 57	5 58	5 59	5 59	6 0	30.
15.	8 56	8 57	8 58	8 59	9 0	9 2	45.
XI.	11 57	11 59	12 0	12 2	12 3	12 5	I.
45.	15 1	15 2	15 4	15 6	15 8	15 10	15.
30.	18 7	18 9	18 12	18 14	18 16	18 18	30.
15.	21 17	21 19	21 22	21 25	21 27	21 30	45.
X.	24 31	24 34	24 37	24 40	24 42	24 45	II.
45.	27 49	27 53	27 56	27 59	28 2	28 5	15.
30.	31 13	31 17	31 20	31 23	31 27	31 30	30.
15.	34 43	34 46	34 50	34 53	34 57	35 0	45.
IX.	38 18	38 22	38 26	38 29	38 33	38 37	III.
45.	42 0	42 4	42 8	42 12	42 16	42 19	15.
30.	45 50	45 54	45 57	46 1	46 5	46 9	30.
15.	49 46	49 50	49 54	49 58	50 1	50 5	45.
VIII.	53 50	53 54	53 57	54 0	54 5	54 8	IV.
45.	58 1	58 5	58 8	58 12	58 15	58 18	15.
30.	62 20	62 23	62 26	62 29	62 32	62 35	30.
15.	66 45	66 47	66 50	66 53	66 56	66 58	45.
VII.	71 16	71 18	71 20	71 23	71 25	71 27	V.
45.	75 52	75 54	75 56	75 57	75 59	76 1	15.
30.	80 32	80 34	80 35	80 36	80 37	80 38	30.
15.	85 15	85 16	85 17	85 17	85 18	85 19	45.
VI.	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0	VI.

Table du nombre de ſecondes dont une Pendule réglée ſur le moyen mouvement du Soleil, doit avancer ou retarder chaque jour ſur le Midi d'une Méridienne ordinaire.

Jours du Mois.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
	A	A	R	R	R	A	A	R	R	R	A	A
1	28″	7″	13″	18″	7″	9″	11″	4″	19″	19″	0″	24
2	28	7	13	18	6	10	11	5	19	18	1	24
3	27	6	14	18	6	10	11	5	19	18	1	25
4	27	5	14	18	5	10	10	6	20	17	2	25
5	27	4	14	18	5	10	10	7	20	17	3	26
6	26	3	15	17	4	11	10	7	20	17	4	26
7	26	3	15	17	4	11	9	7	20	16	5	27
8	25	2	16	17	3	11	9	8	20	16	6	27
9	25	1	16	16	3	12	8	8	20	15	7	28
10	24	R	16	16	2	12	8	9	21	15	7	28
11	23	1	17	16	1	12	7	10	21	14	8	28
12	23	1	17	16	1	12	7	10	21	14	9	29
13	22	2	17	15	0	12	7	11	21	13	10	29
14	22	2	17	15	A	12	6	11	21	13	11	29
15	21	3	17	15	1	13	6	12	21	12	12	29
16	20	4	17	14	2	13	5	13	21	12	12	30
17	19	5	18	14	2	13	5	13	21	11	13	30
18	19	5	18	14	2	13	4	13	21	10	14	30
19	18	6	18	13	3	13	4	14	21	10	15	30
20	18	7	18	13	3	13	3	14	21	9	16	30
21	16	7	18	12	4	13	2	15	21	8	16	30
22	16	8	18	12	5	13	2	15	21	8	17	30
23	15	9	19	11	5	13	1	15	20	7	18	30
24	14	9	19	11	6	13	1	16	20	6	19	30
25	13	10	19	10	6	12	R	16	20	5	20	30
26	12	11	19	10	7	12	0	17	20	5	20	30
27	11	11	19	9	7	12	1	17	19	4	21	29
28	11	12	19	8	7	12	2	17	19	3	21	29
29	10		19	8	8	12	2	18	19	2	22	29
30	9		19	7	8	11	3	18	19	2	23	29
31	8		18		9		3	19		1		28

Table de l'Equation du tems, calculée pour chaque dégré de l'Ecliptique.

Dégrés de l'Ecliptique.	0 ſigne. ♈ M.	S.	1 ſigne. ♉ M.	S.	2 ſigne. ♊ M.	S.	3 ſigne. ♋ M.	S.	4 ſigne. ♌ M.	S.	5 ſigne. ♍ M.	S.	Dégrés de l'Ecliptique.
	Addit.		Souſtr.		Souſtr.		Addit.		Addit.		Addit.		
0.	7′	36″	1′	9″	3′	51″	1′	12″	5′	55″	2′	19″	0.
1.	7	17	1	22	3	47	1	26	5	56	2	3	1.
2.	6	59	1	35	3	43	1	39	5	57	1	46	2.
3.	6	40	1	47	3	38	1	52	5	58	1	29	3.
4.	6	21	1	59	3	32	2	5	5	58	1	12	4.
5.	6	2	2	11	3	26	2	18	5	57	0	55	5.
6.	5	43	2	22	3	19	2	31	5	56	0	37	6.
7.	5	25	2	32	3	12	2	44	5	55	0	18	7.
8.	5	6	2	42	3	5	2	56	5	53	0	0	8.
9.	4	47	2	51	2	56	3	9	5	50	0 Souſtr.	19	9.
10.	4	28	3	0	2	48	3	21	5	46	0	38	10.
11.	4	9	3	8	2	39	3	33	5	41	0	58	11.
12.	3	50	3	16	2	29	3	44	5	35	1	18	12.
13.	3	32	3	23	2	19	3	55	5	28	1	38	13.
14.	3	13	3	30	2	9	4	6	5	21	1	58	14.
15.	2	55	3	36	1	58	4	16	5	14	2	18	15.
16.	2	37	3	41	1	47	4	26	5	7	2	39	16.
17.	2	19	3	46	1	36	4	36	5	59	3	0	17.
18.	2	1	3	50	1	24	4	45	4	50	3	22	18.
19.	1	43	3	53	1	12	4	54	4	41	3	43	19.
20.	1	26	3	56	1	0	5	2	4	31	4	4	20.
21.	1	9	3	58	0	47	5	10	4	20	4	26	21.
22.	0	53	4	0	0	34	5	17	4	9	4	47	22.
23.	0	36	4	1	0	21	5	23	3	57	5	8	23.
24.	0	20	4	2	0	8	5	29	3	45	5	30	24.
25.	0	4	4	1	0 Addit.	5	5	35	3	32	5	51	25.
26.	0 Souſtr.	11	4	0	0	18	5	40	3	18	6	12	26.
27.	0	26	3	59	0	32	5	45	3	4	6	34	27.
28.	0	41	3	57	0	45	5	49	2	50	6	55	28.
29.	0	55	3	54	0	59	5	53	2	35	7	16	29.
30.	1	9	3	51	1	12	5	55	2	19	7	37	30.

Suite de la Table de l'Equatiou du tems, calculée pour chaque dégré de l'Ecliptique.

Dégrés de l'Ecliptique.	6 signe. ♎ M. S. Souftr.	7 signe. ♏ M. S. Souftr.	8 signe. ♐ M. S. Souftr.	9 signe. ♑ M. S. Souftr.	10 sign. ♒ M. S. Addit.	11 sign. ♓ M. S. Addit.	Dégrés de l'Ecliptique.
0.	7′ 37″	15′29″	13′28″	1′ 8″	11′28″	14′18″	0.
1.	7 58	15 35	13 12	0 38	11 44	14 12	1.
2.	8 18	15 42	12 57	0 8	12 1	14 6	2.
3.	8 38	15 48	12 40	0Ad.21	12 17	13 58	3.
4.	8 58	15 53	12 21	0 50	12 32	13 50	4.
5.	9 18	15 58	12 1	1 20	12 46	13 42	5.
6.	9 38	16 2	11 41	1 49	12 59	13 33	6.
7.	9 57	16 5	11 20	2 18	13 11	13 23	7.
8.	10 16	16 7	10 58	2 46	13 22	13 13	8.
9.	10 35	16 8	10 34	3 15	13 33	13 2	9.
10.	10 54	16 9	10 10	3 43	13 43	12 50	10.
11.	11 12	16 9	9 47	4 11	13 52	12 38	11.
12.	11 30	16 8	9 23	4 38	14 0	12 26	12.
13.	11 47	16 7	8 58	5 5	14 7	12 13	13.
14.	12 4	16 6	8 33	5 31	14 14	11 59	14.
15.	12 20	16 3	8 8	5 57	14 20	11 45	15.
16.	12 36	15 58	7 42	6 23	14 25	11 31	16.
17.	12 52	15 52	7 16	6 48	14 30	11 16	17.
18.	13 7	15 45	6 50	7 13	14 33	11 1	18.
19.	13 22	15 37	6 23	7 37	14 36	10 46	19.
20.	13 37	15 29	5 56	8 1	14 38	10 30	20.
21.	13 51	15 20	5 28	8 25	14 39	10 14	21.
22.	14 5	15 11	5 0	8 48	14 40	9 57	22.
23.	14 18	15 1	4 31	9 10	14 40	9 40	23.
24.	14 30	14 50	4 3	9 32	14 39	9 23	24.
25.	14 41	14 38	3 34	9 53	14 37	9 6	25.
26.	14 52	14 26	3 6	10 13	14 34	8 48	26.
27.	15 2	14 13	2 37	10 33	14 31	8 30	27.
28.	15 12	13 58	2 7	10 52	14 27	8 12	28.
29.	15 21	13 43	1 38	11 11	14 23	7 54	29.
30.	15 29	13 28	1 8	11 28	14 18	7 36	30.

TABLE DES MATIERES

TABLE ALPHABETIQUE DES TERMES ET MATIERES CONTENUES DANS CE TRAITÉ.

Le premier nombre indique l'article, & le second indique la page. Par exemple, 26. 17. signifie article 26. pag. 17. *Lorsqu'on trouvera un trait —— après le premier nombre, & après ce trait deux autres nombres séparés par un point: comme ceci 20—25. 18 cela signifie* article 20 & suivans jusqu'au 25 inclusivement, pag. 18.

A

des Equinoxes il n'y a point d'amplitude en aucun Païs du monde, parceque le Soleil se leve & se couche aux points de l'Orient & de l'Occident vrais. L'amplitude est appellée *ortive* lorsqu'elle est du côté de l'Orient; elle est appellée *occase* lorsqu'elle est du côté de l'Occident. Si l'on est curieux de trouver l'angle de l'amplitude du Soleil pour tel jour que l'on voudra, on fera cette Analogie.

Le sinus du complement de la Latitude,
est au sinus total,
comme le sinus de la déclinaison du Soleil à tel jour,
est au sinus de l'amplitude ortive *ou* occase *à ce même jour.*

Nous n'expliquons point cette Analogie, parcequ'elle est fort simple. Il est bon de connoître la plus grande amplitude du Soleil, pour savoir les premieres & dernieres heures qu'on doit marquer sur les Cadrans verticaux déclinans.

B

C

D

tiel. On mettra à ce fil une perle ou un petit grain de chapelet qui puisse couler le long du fil. Le Plan horisontal peut n'être autre chose qu'une planche de bois bien dressée, nivellée avec soin, & posée par terre. Le plomb étant bien arrêté, & le fil aussi, on marquera le point du Plan où le plomb touchera. Ce sera une espece de pied du style.

A l'instant de midi on marquera un autre point sur le Plan au milieu de l'ombre de la perle, laquelle à cet effet, on haussera ou baissera, jusqu'à ce que son ombre donne aussi loin qu'il se pourra du pied du style, selon la longueur de la planche. On mesurera avec une échelle de parties égales, la distance du point d'ombre au pied du style. On mesurera également la hauteur de la perle jusqu'au pied du style; ensuite on fera l'analogie suivante, pour trouver la hauteur du soleil :

La distance du point d'ombre au pied du style
est à la hauteur de la perle,
comme le sinus total
est à la tangente de la hauteur du soleil,

qu'on corrigera de la refraction à l'ordinaire. Ayant trouvé la hauteur du soleil, on en ôtera la déclinaison du soleil, si elle est septentrionale, ou on l'ajoutera si elle est méridionale; le reste ou la somme sera la hauteur de l'équateur, dont le complément est toujours la hauteur du pole.

Remarquez que n'étant pas ici question de tracer une Méridienne, il n'est pas essentiel de savoir absolument l'instant de midi. Si on l'ignore on tracera toute la trace de l'ombre de la perle pendant quelques minutes avant & après midi; & on déterminera le point d'ombre dont il s'agit à l'endroit de cette trace qui se trouvera le plus près du pied du style.

On mettra une pendule ou montre ſur l'heure de midi, lorſque le Cadran horiſontal le marquera; & on verra le lendemain au lever du ſoleil ſi la montre marque l'heure indiquée dans la table. Ou ſi l'Orient n'eſt pas bien découvert, ayant des montagnes, &c. on ſe ſervira du coucher du ſoleil; après avoir mis la montre ou la pendule à l'heure du midi du Cadran horiſontal, on verra ſi le ſoleil ſe couche réellement à l'heure indiquée par la table, ce que l'on reconnoîtra à la pendule ou à la montre.

Si l'on n'a aucune table du lever & coucher du ſoleil calculée pour le lieu où l'on eſt, on pourra ſoi-même faire ce calcul pour le jour dont on aura beſoin. Le précepte en eſt le même que celui de l'art. 190, page 117. Mais au lieu de faire entrer dans ce calcul la hauteur du ſoleil dont on n'a pas beſoin, on y ſubſtituera 90° 32′ ce qui eſt la diſtance vraie du ſoleil au zenit lorſqu'il ſe leve ou qu'il ſe couche, y compris la correction de la refraction. Vers la fin de cette formule du calcul (190) on ſouſtrait le log. ſinus du troiſieme excès qui eſt celui de la diſtance du ſoleil au pole ſur la moitié de la premiere ſomme; mais pour le calcul du lever & coucher du ſoleil, on fera cette derniere ſouſtraction en ôtant le log. ſinus du premier excès qui eſt celui de 90° 32′ ſur la moitié de la premiere ſomme. Un exemple rendra ceci plus clair.

Suppoſons qu'on veuille ſavoir à Paris l'heure du lever & coucher du Soleil le 22 Février 1760. Ce jour-là la déclinaiſon du ſoleil, à midi, eſt de 10° 16′ méridionale, qu'on ajoutera à 90° (190) pour avoir la diſtance du ſoleil au pole qui ſera de 100° 16′. La hauteur du pole à Paris eſt de 48° 50′ dont le complément eſt 41° 10′; cela poſé,

Ajoutez enſemble les trois choſes ſuivantes:

1°. La diſtance du ſoleil au Zenit lorſqu'il ſe leve ou qu'il ſe couche y compris la correction de la refraction, c'eſt	90° 32′
2°. Le complément de la hauteur du pole, qui eſt	41° 10′
3°. La diſtance du ſoleil au pole, qui eſt . .	100° 16′
ſomme	231° 58′
Prenez la moitié de cette ſomme, qui eſt . .	115° 59′
Otez de cette moitié, 1°. La diſtance du ſoleil au Zenit, qui eſt	90° 32′
reſte	25° 27′

qui eſt le premier excès.

2°. Otez de la même moitié . . . . 115° 59′
Le complément de la latitude, qui est . . 41° 10′

reste	74° 49′

qui est le second excès.

3°. Otez encore de la même moitié . . . . . . 115° 59′
la distance du soleil au pole, qui est . . . . 100° 16′

reste	15° 43′

qui est le troisieme excès.

Ajoutez ensemble les log. sinus de ces trois excès pour en avoir la somme		
	25° 27′	963319
	74° 49′	998457
	15° 43′	943278
somme		2905054

de laquelle ôtez le log. sinus de la moitié 115° 59′ de la premiere somme. Il faut en prendre le supplément qui est 64° 1′ dont le log. sinus est 995372

reste	1909682
prenez-en la moitié, qui est	954841
ajoutez-y le log. sinus total, qui est . . .	1000000
somme	1954841

Otez de cette derniere somme le log. sinus de 25° 27′, qui est le premier excès de 90° 32′ sur la moitié 115° 59′ de la premiere somme; or le log. sinus de 25° 27′ est 963319

reste	991522

C'est le log. tangente de 39° 27′, lesquels il faut doubler. Ce sera 78° 54′, qui étant réduits en tems, au moyen de la *Table du rapport des degrés au tems*, feront 5 h. 15′ 36″ ce sera l'heure du coucher du soleil. Pour avoir l'heure de son lever, on ôtera ces 5 h. 15′ 36″ de 12 h. restera 6 h. 44′ 24″; c'est l'heure du lever du soleil.

Remarquez que pour une plus grande exactitude, au lieu de faire entrer dans le calcul la déclinaison du soleil à midi, comme on le trouve dans les tables, on pourroit la prendre approchante de l'heure de son lever, pour en avoir l'heure avec plus de précision, & on feroit le calcul exprès pour le lever du soleil; ensuite on en feroit un autre pour le coucher, auquel calcul on feroit entrer la déclinaison du soleil prise vers l'heure de son coucher. Mais les refractions horisontales sont si irrégulieres & si variables, qu'on risqueroit de n'en être pas plus avancé.

On fera bien de voir la figure 79 de la planche 28, où l'on remarque l'ombre F de la plaque S. On y voit l'ovale

—— Autre

P

S

V

Z

APPROBATION.

J'AI examiné, par ordre de Monſeigneur le Chancelier, un manuſcrit intitulé : *la Gnomonique pratique, ou l'art de tracer les Cadrans ſolaires avec la plus grande préciſion, par les meilleures méthodes, miſes à là portée de tout le monde*, par Dom François Bedos ; & je crois que l'impreſſion de cet Ouvrage ſera utile & agréable au Public. *A Paris, ce* 7 *Septembre* 1759.

DÉPARCIEUX.

PRIVILÉGE DU ROI.

LOUIS, PAR LA GRACE DE DIEU, ROI DE FRANCE ET DE NAVARRE : A nos amés & féaux Conſeillers les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand Conſeil, Prevôt de Paris, Baillifs, Sénéchanx, leurs Lieutenans civils & autres nos Juſticiers, qu'il appartiendra : SALUT. Notre amé D. FRANÇOIS BEDOS DE CELLES, *Bénédictin, de la Congrégation de S. Maur*, Nous a fait expoſer qu'il déſireroit faire imprimer & donner au Public un Ouvrage qui a pour titre : *La Gnomonique Pratique*, par ledit D. François Bedos, s'il Nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de privilége pour ce néceſſaires : A CES CAUSES, voulant favorablement traiter l'Expoſant, Nous lui avons permis & permettons par ces préſentes, de faire imprimer ledit Ouvrage autant de fois que bon lui ſemblera, & de le faire vendre & débiter par-tout notre Royaume, pendant le tems de ſix années conſécutives, à compter du jour de la date des préſentes. Faiſons défenſes à tous Imprimeurs, Libraires & autres perſonnes, de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangere dans aucun lieu de notre obéïſſance ; comme auſſi d'imprimer & faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter, ni contrefaire ledit Ouvrage, ni d'en faire aucun extrait, ſous quelque prétexte que ce puiſſe être, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit dudit Expoſant, ou de ceux qui auront droit de lui, à peine de confiſcation des exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel Dieu de Paris, & l'autre tiers audit Expoſant, ou à à celui qui aura droit de lui, & de tous dépens, dommages &

intérêts; à la charge que ces présentes seront enregistrées tout au long sur le registre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impression dudit Ouvrage sera faite dans notre Royaume & non ailleurs, en bon papier & beaux caracteres, conformément à la feuille imprimée attachée pour modele sous le contre-scel des présentes; que l'Impétrant se conformera en tout aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10 Avril 1715; qu'avant de l'exposer en vente, le manuscrit qui aura servi de copie à l'impression dudit Ouvrage, sera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée ès mains de notre très-cher & féal Chevalier Chancelier de France le Sr de Lamoignon, & qu'il en sera ensuite remis deux exemplaires dans notre Bibliothéque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, & un dans celle de notredit très-cher & féal Chevalier Chancelier de France le Sr de Lamoignon; le tout à peine de nullité des présentes: Du contenu desquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Exposant & ses ayans causes pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement; Voulons que la copie des présentes, qui sera imprimée tout au long au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, soit tenue pour dûement signifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conseillers Secrétaires, foi soit ajoutée comme à l'Orignal: Commandons au premier notre Huissier ou Sergent sur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles tous actes requis & nécessaires, sans demander autre permission, & nonobstant clameur de Haro, Charte Nomande & Lettres à ce contraires: CAR tel est notre plaisir. DONNÉ à Versailles le troisieme jour du mois de Janvier, l'an de grace mil sept cent soixante, & de notre regne le quarante-cinquieme. Par le Roi en son Conseil.

LEBEGUE.

Registré sur le Registre XV de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, n° 3158, fol. 43, conformément au Réglement de 1723, qui fait défenses, art. 41, à toutes personnes de quelques qualités & conditions qu'elles soient, autres que les Libraires & Imprimeurs, de vendre, débiter, faire afficher aucuns livres pour les vendre en leurs noms, soit qu'ils s'en disent les Auteurs ou autrement, & à la charge de fournir à la susdite Chambre neuf exemplaires, prescrits par l'article 108 du même Réglemenr. A Paris, ce 25 Janvier 1760.

SAUGRAIN, Syndic.

FAUTES ESSENTIELLES

A CORRIGER

Avant que de lire le préſent Traité.

PRE'FACE, pag. vj. lign. 18, dont on peut ſe paſſer, *ajoutez*, puiſqu'on eſt obligé de tirer cette équinoxiale.

Préface, pag. x. ligne 22, de 23 degrés 28 minutes & demie, *liſez* de 23 degrés 30 minutes.

Page 5. ligne 10, triangles, *liſez* les trois angles.

Pag. 26, ligne 19, EBDC, *liſez*, EPDC.

Pag. 31, ligne 1, ligne du bord. Cette ligne A C ſera à trois, *liſ.* ligne du bord; cette ligne ſera A C. A trois

Pag. 41, ligne 19, Oſonam, *liſ.* Ozanam.

Pag. 42, ligne 8, 120°, *liſ.* 124°.

Pag. 44, ligne, 17. 45°, *liſ.* 46°.

Pag. 58, ligne 18, 365, *liſ.* 395.

Pag. 63, ligne 21, XI, *liſ.* I.

Pag. 71, ligne 18, *ajout.* c'eſt le log. tangente de 69° 11′, & l'angle horaire requis.

Pag. 84, en tête, Section II. *liſ.* Section III.

Pag. 91, ligne premiere, log. ſinus, *liſ.* log. tangente.

Pag. 111, ligne 11, mais tant ſoit peu à côté, en tirant toujours vers l'endroit ou l'ombre de la plaque eſt la plus étroite, *liſ.* mais tant ſoit peu plus haut, en tirant vers le pied du ſtyle. *voy. la fig.* 79. *planch.* 28.

Pag. 186, ligne 7, ſo, *liſ* ſoit.

Même pag. ligne 8, C D d, *liſ.* C D de

Pag. 194, ligne 21, degrés à 40, *liſ.* degrés, à 40.

Pag. 293, ligne 10, au 10 de, *liſ.* au 20 de.

Pag. 294, ligne 11, A D, *liſ.* A F.

Pag. 309, ligne 14, 300, *liſ.* 360.

Pag. 311, ligne 7, baiſſe la lantille, *liſ.* baiſſe d'une ligne la lantille.

AVIS AU RELIEUR.

Le Relieur eſt averti de mettre l'Eſtampe en taille-douce qui doit ſervir de frontiſpice, à la gauche du Titre, de façon qu'elle le regarde.

L'Epître dédicatoire ſe mettra immédiatement après le Titre; enſuite la Préface, la Table des Chapitres & Sections, & enfin le commencement de la Gnomonique.

L'Approbation & le Privilége immédiatement après la Table des Matieres, avant l'Errata.

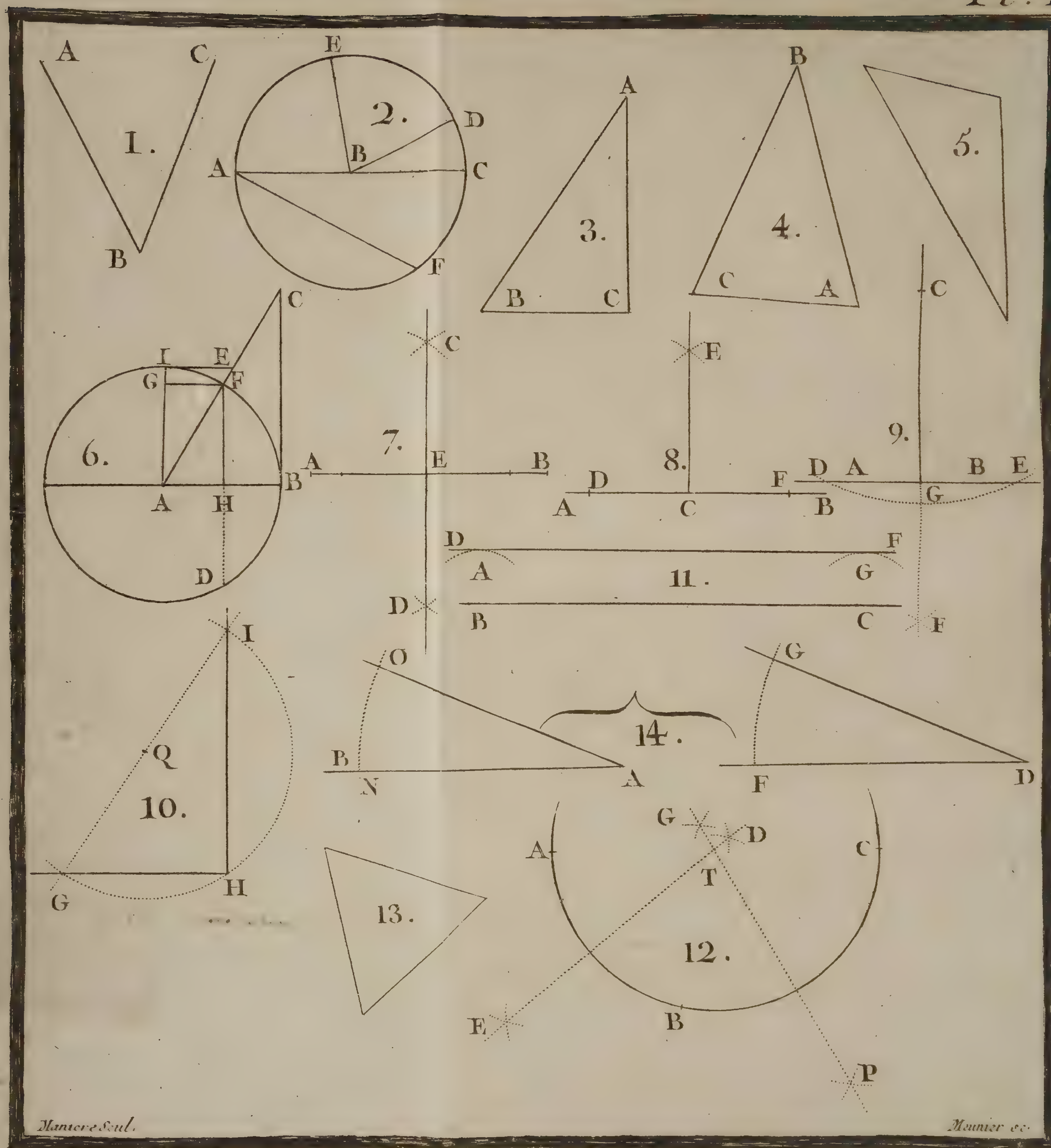
On mettra toutes les Planches après l'Avis au Relieur chacune ſelon ſon ordre comme elles ſont numerotées. Lorſqu'elles ſeront déployées elles ſortiront entierement hors du Livre.

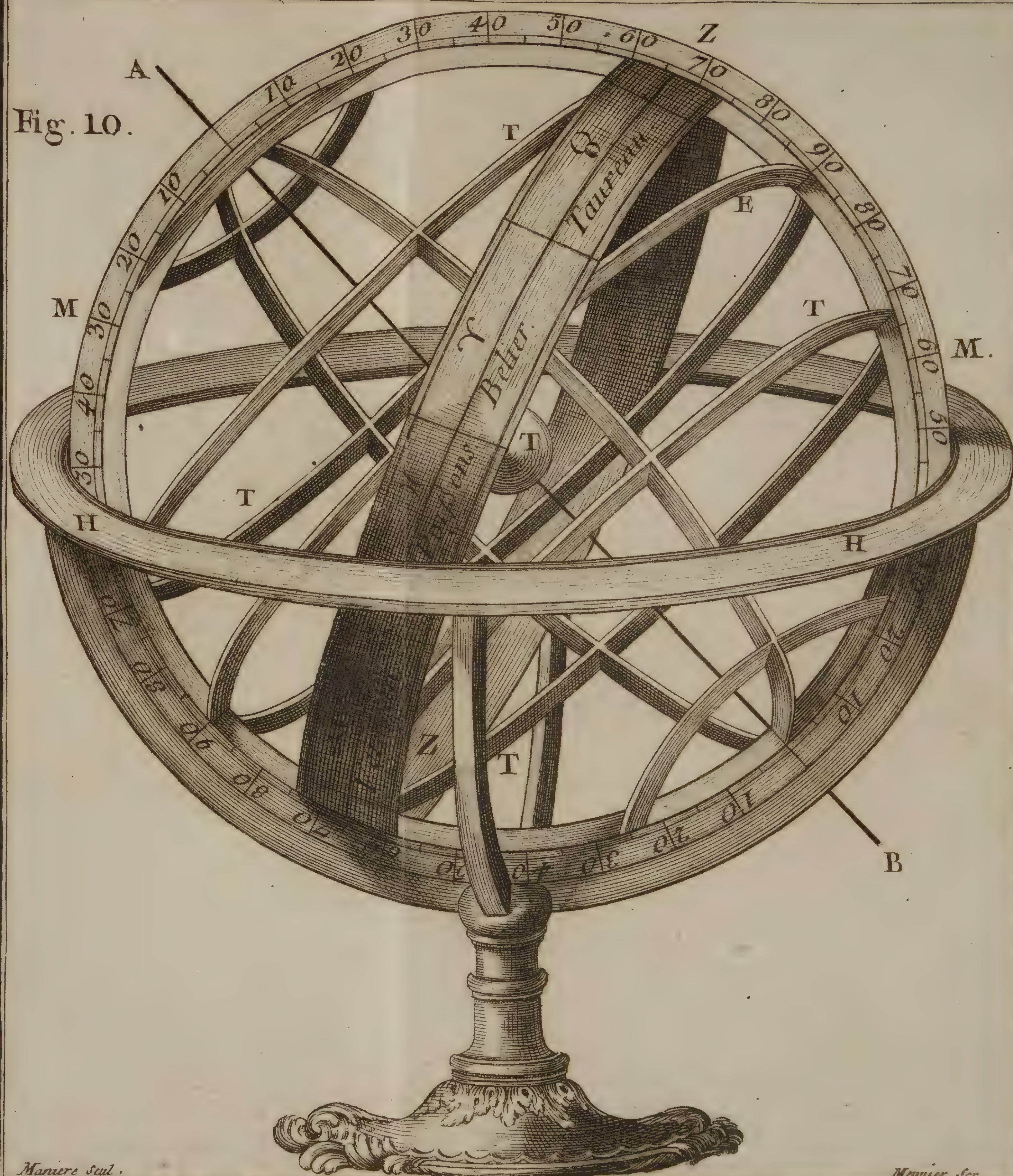
La planche 25 ſera couſue dans le Livre par le côté gauche du bout ſupérieur. On coupera le papier blanc ſuperflu, laiſſant ſeulement une petite marge aux deux côtés & au fond.

La planche 27 eſt en deux pieces. On les ajoutera & on les colera enſemble. A cet effet on coupera le bout de papier ſur la ligne P V Z, la faiſant diſparoître. On colera ce bout ainſi coupé ſur la ligne N R T, faiſant convenir R avec V, enſorte que la ligne C R avec celle V X M ne faſſent qu'une ſeule & même ligne droite. Cette planche ſera couſue dans le Livre par le côté F G.

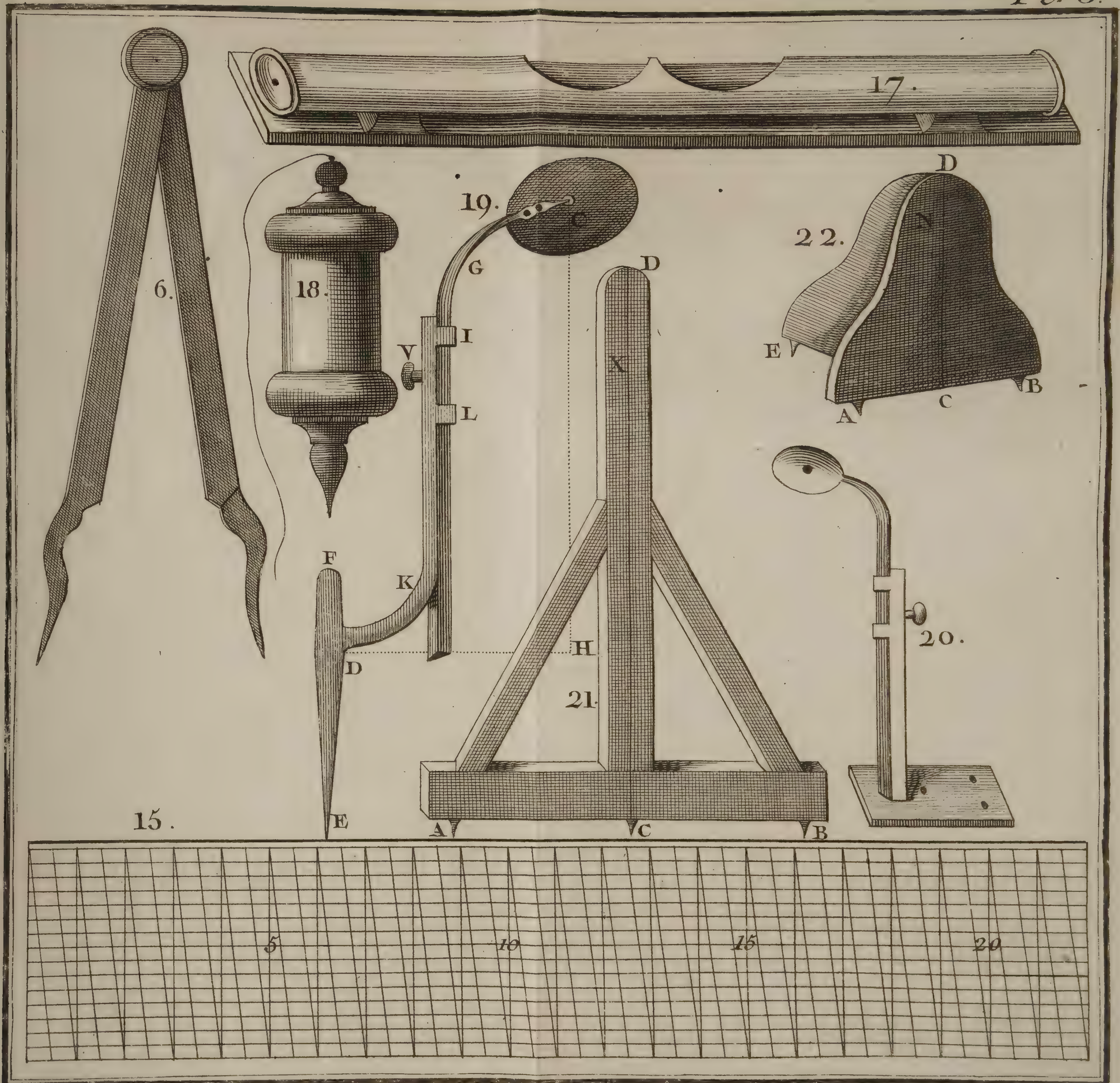
La Carte de la France ſera miſe après toutes les Planches & ſera couſue dans le Livre par ſon bord gauche vers le milieu. On ne laiſſera qu'une très petite marge à l'entour. On pliera en dedans ſa partie ſupérieure & inférieure, & enſuite, on fera pluſieurs plis de droite à gauche en éventail.

On doit encore être averti de couper & rejetter les pages 17 & 18.. 27 & 28.. 81 & 82.. 231 & 232. On ſubſtituera à leur place les quatre Cartons également numerotés, qu'on colera chacun à ſa place.

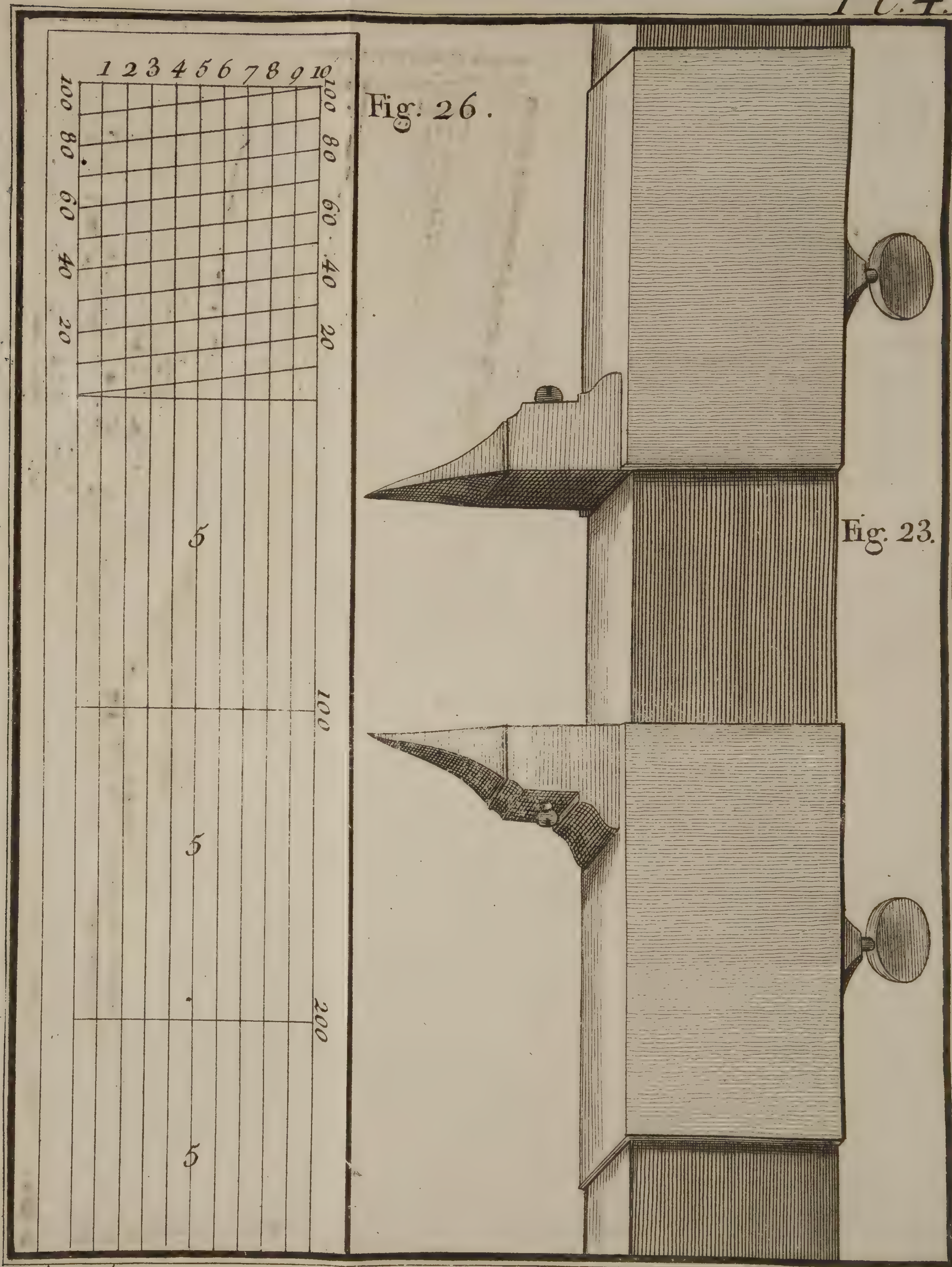

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
Maniere Sculp.
Mounier sc.


Fig. 10.
A
B
Z
T
M
M.
H
E
Taureau
Belier
Poissons
Maniere Sculp.
Meunier Scr.

Pl. 3.

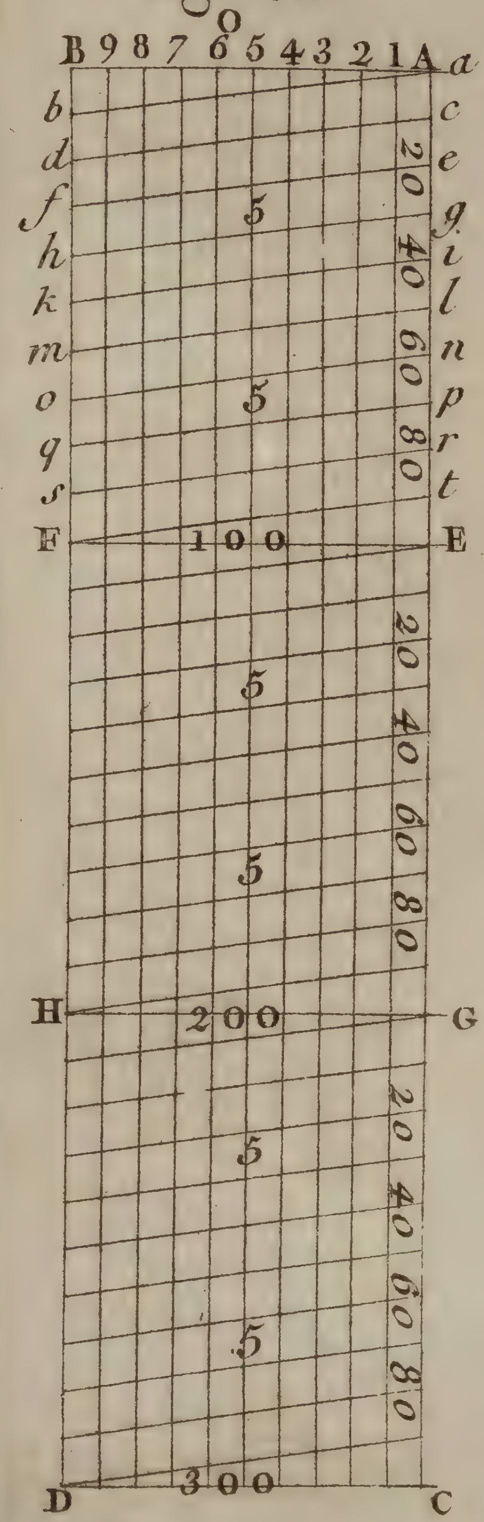


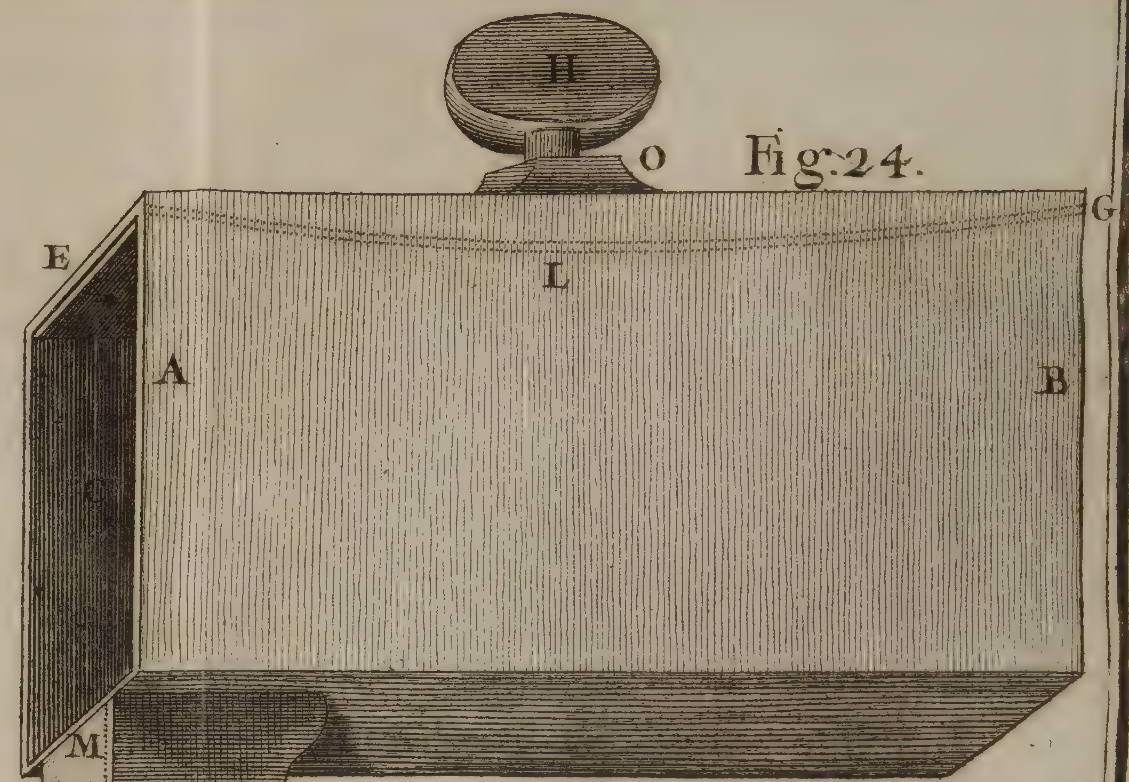
Maniere Scul. *Meunier Sc.*

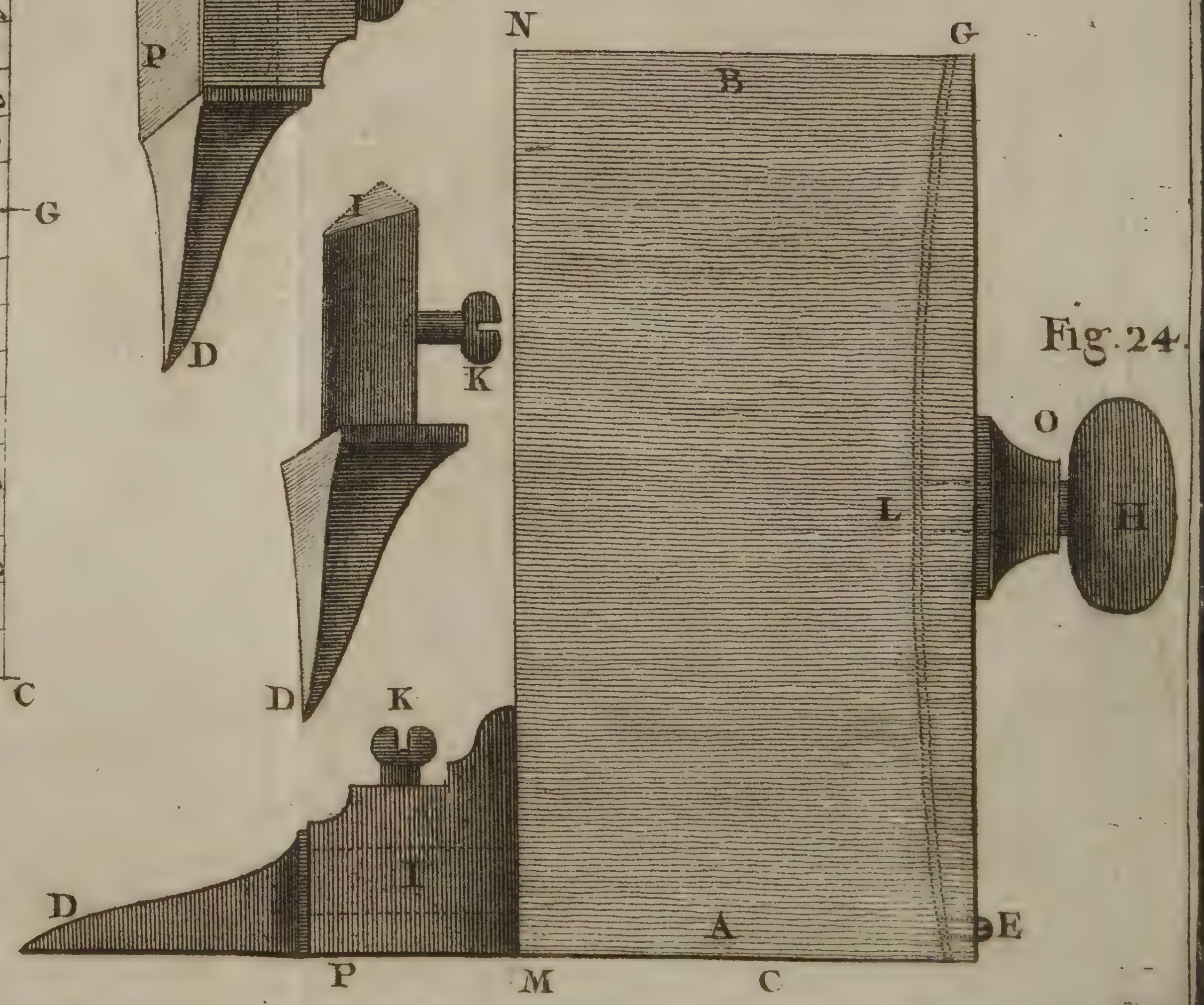


Maniere Sculp.

Mounier Sc

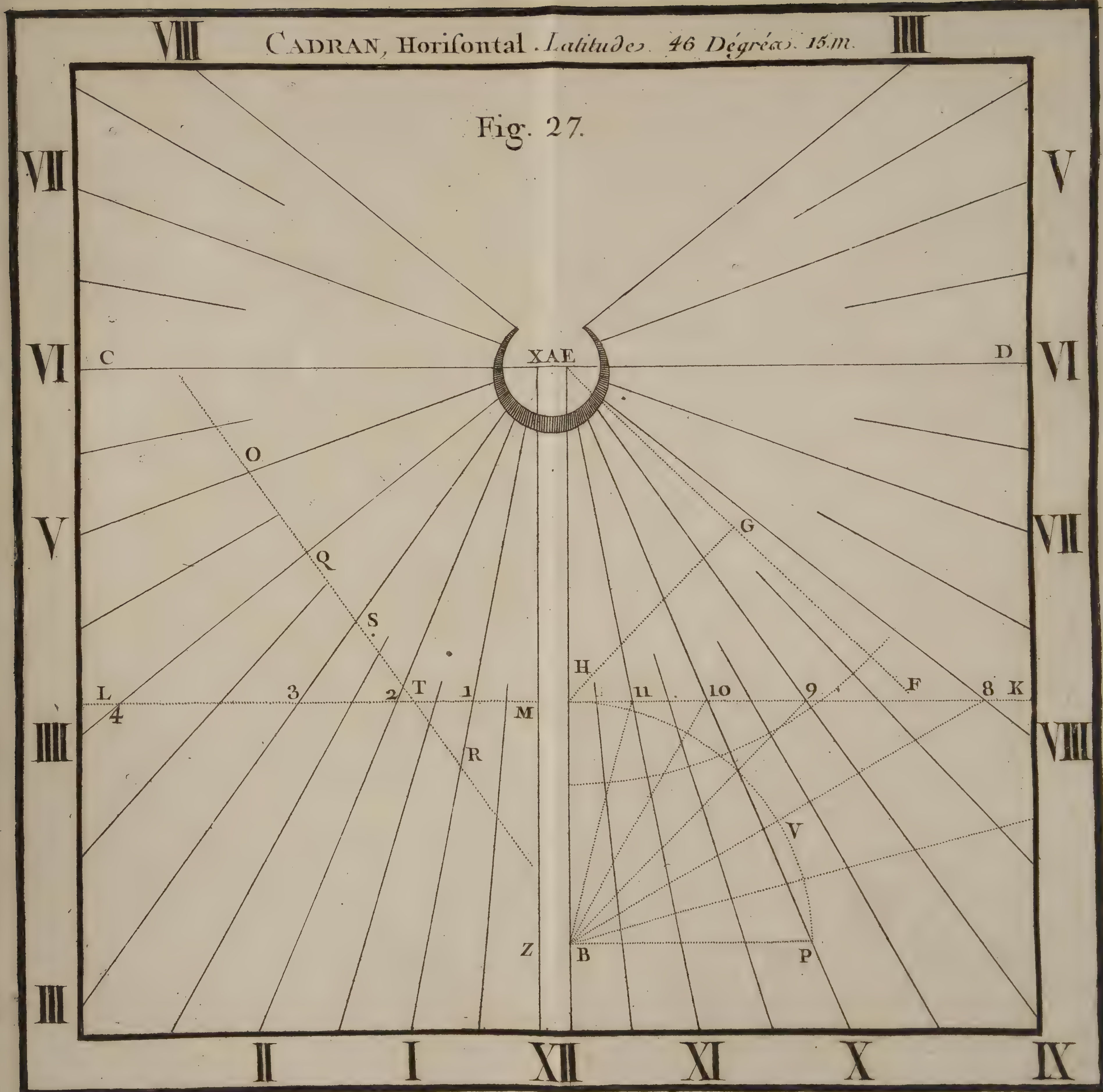






Maniere Scul. Meunier Sc.

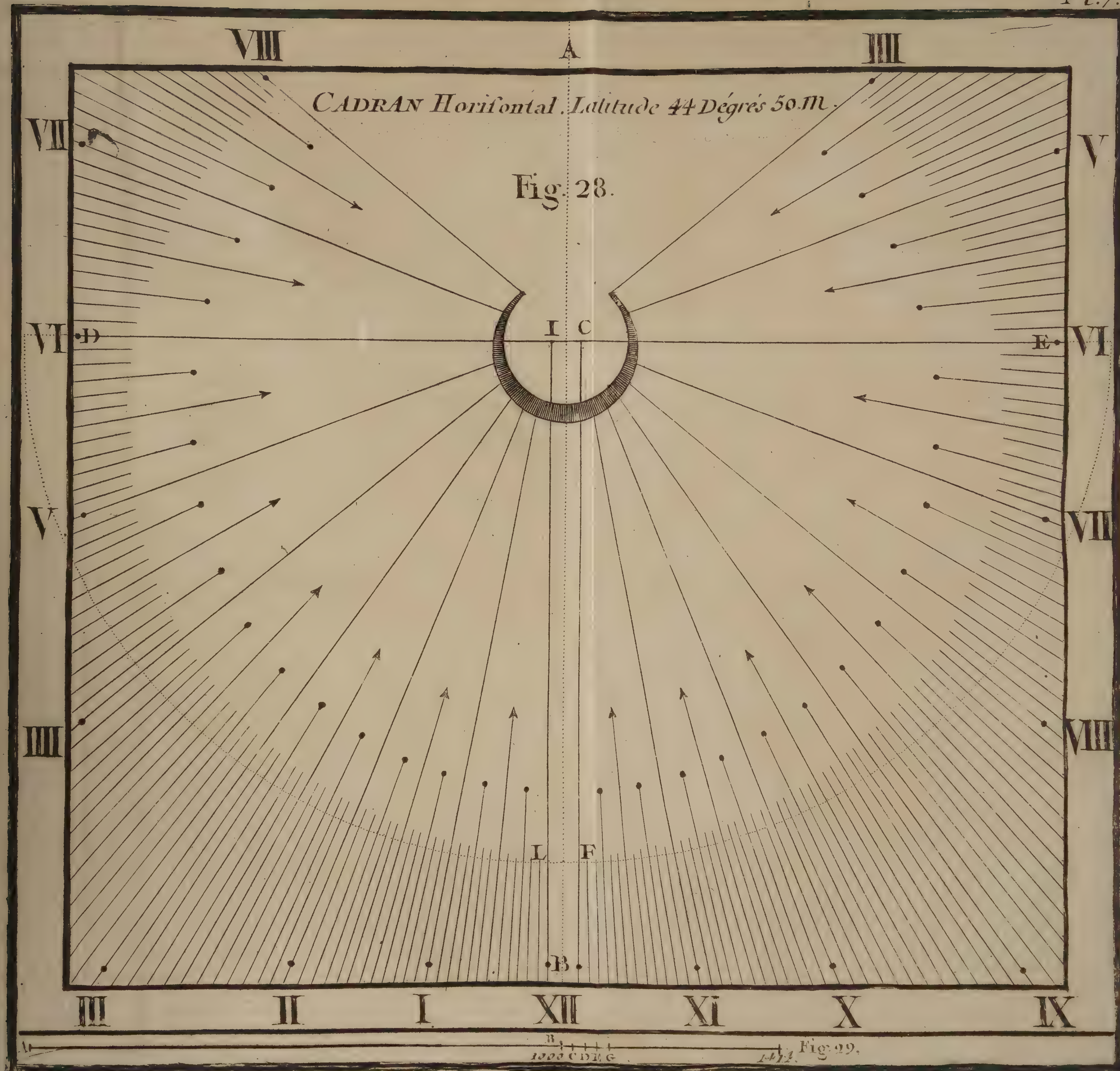
Pl. 6.



Maviere Scul.

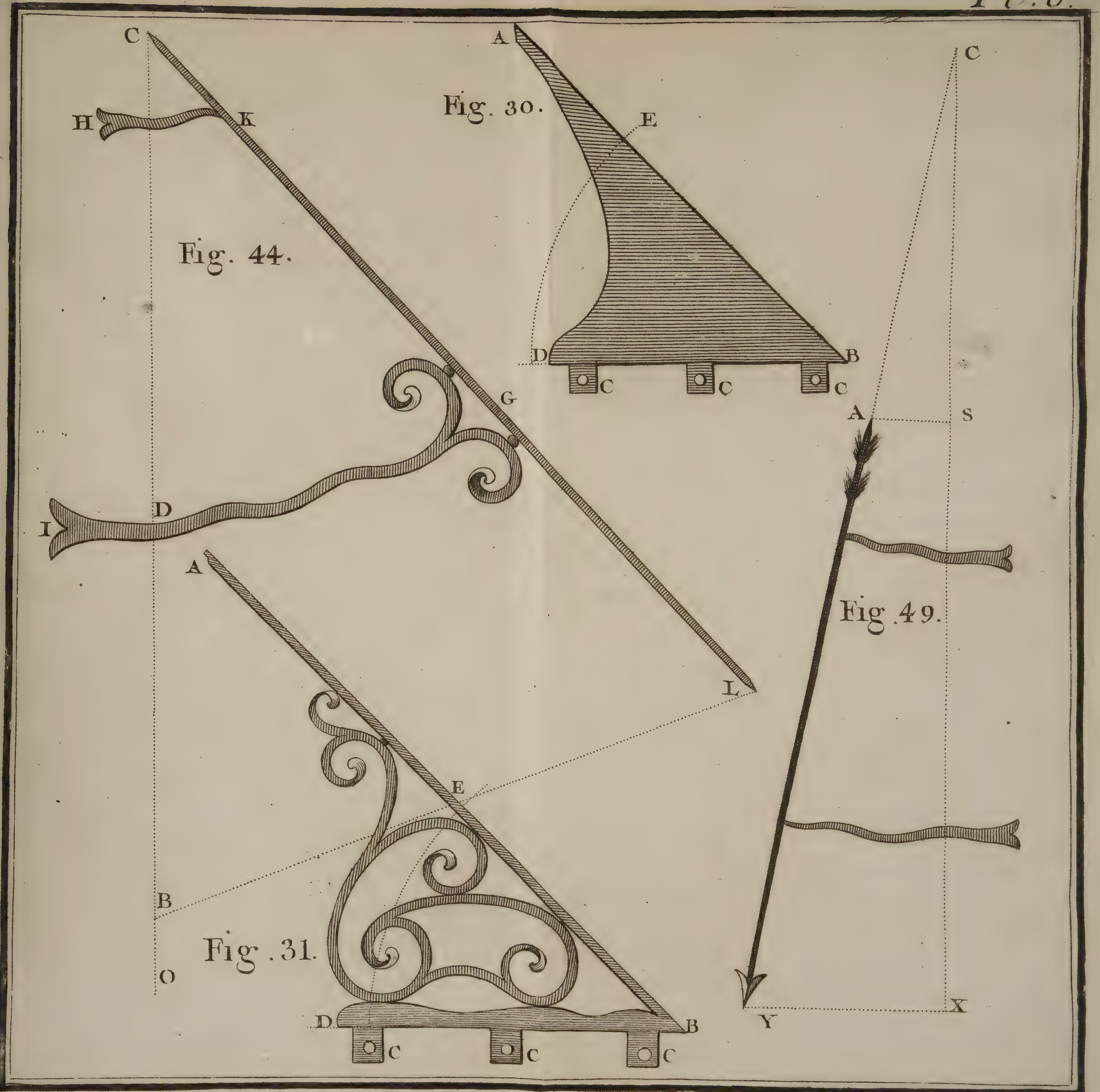
Meunier Scr.





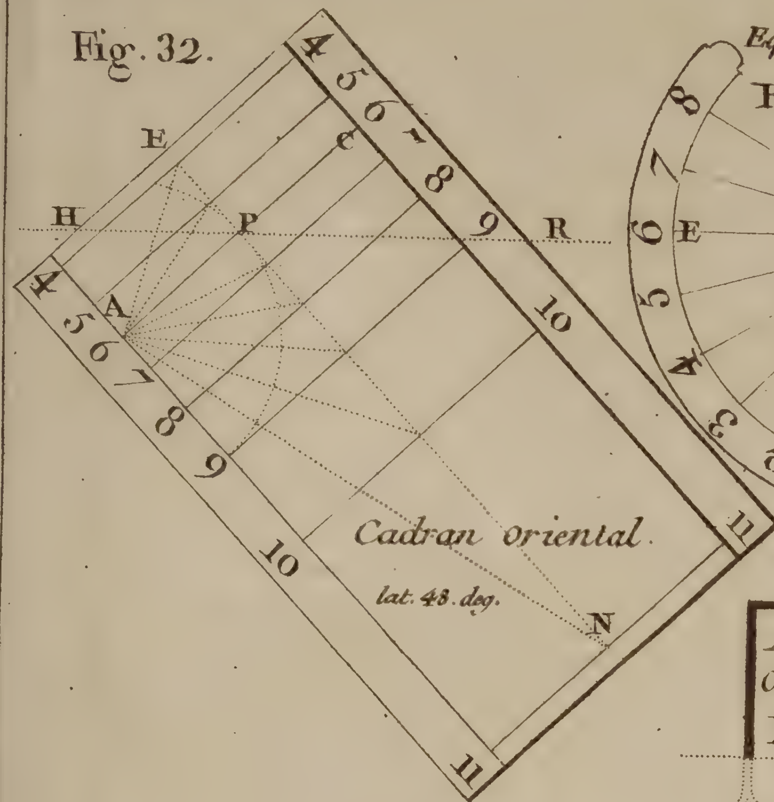
Maniere Sculp. Meunier. Sc.

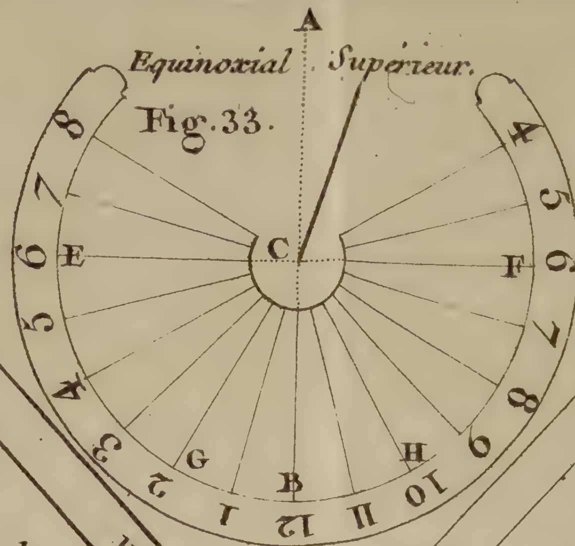


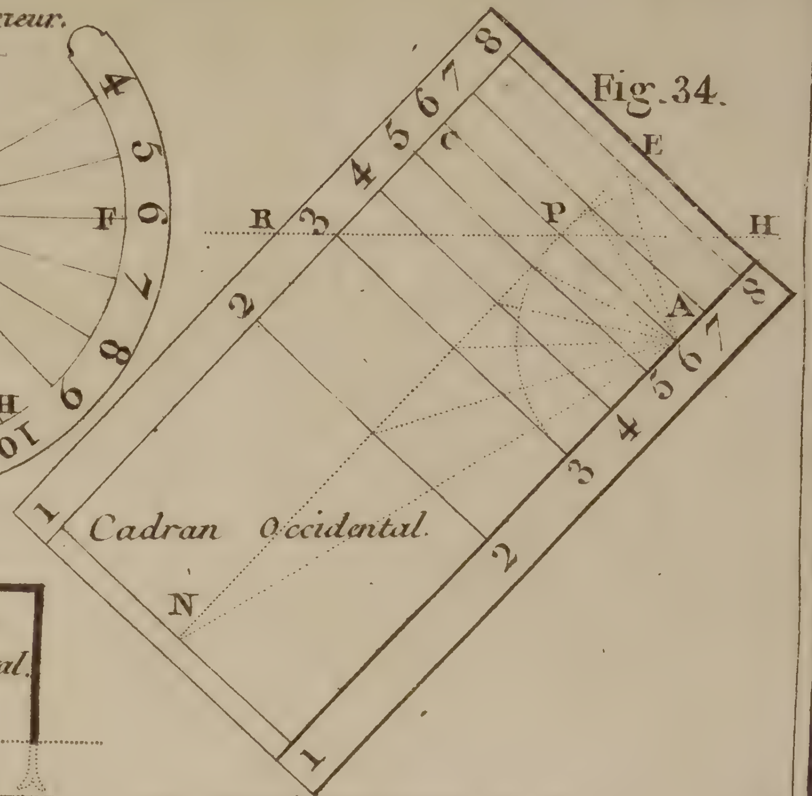


Maniere Scul.

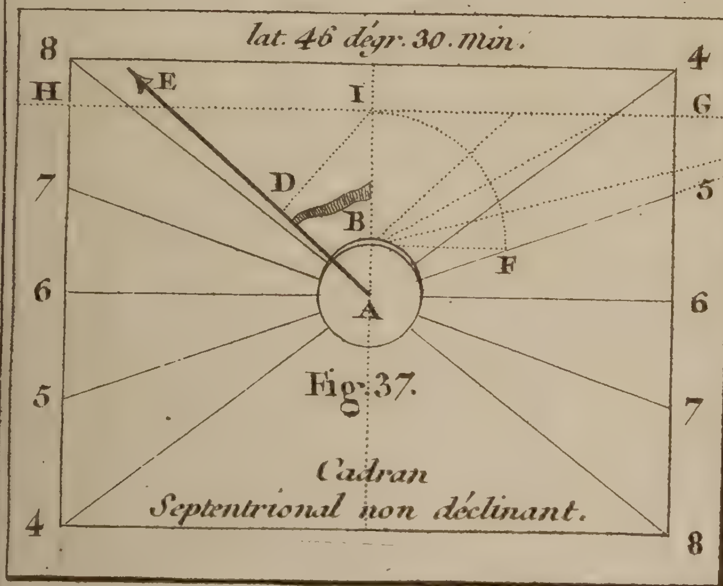
Meunier Sc

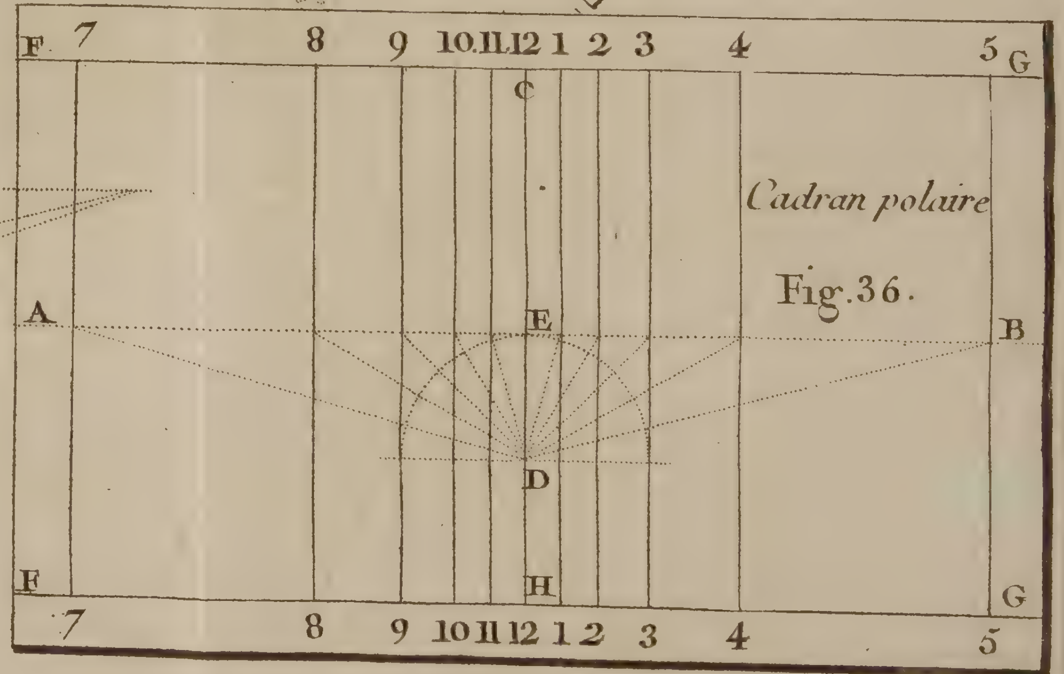






Axe des Cadrans
Oriental, et Occidental.
Fig. 38.

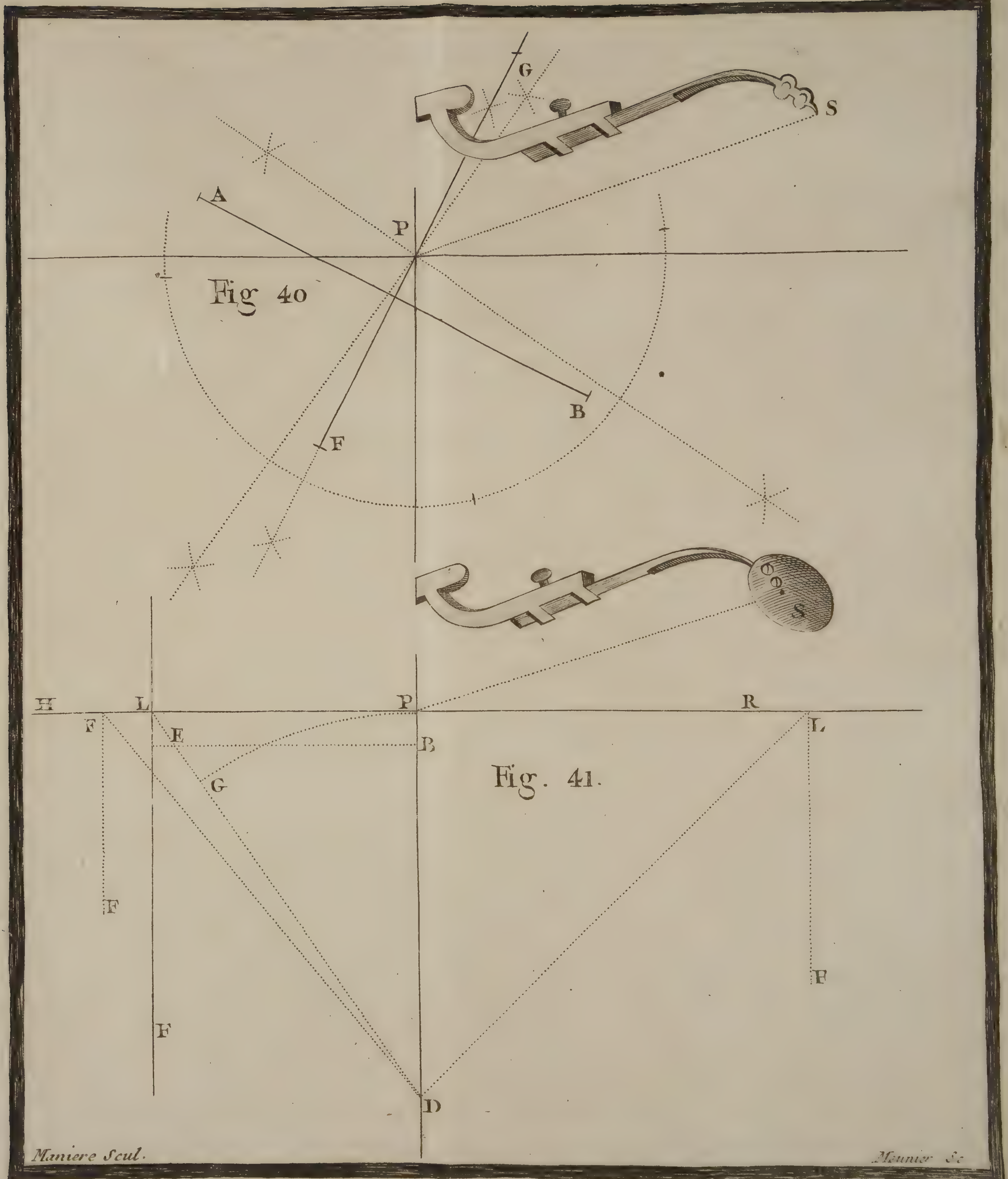




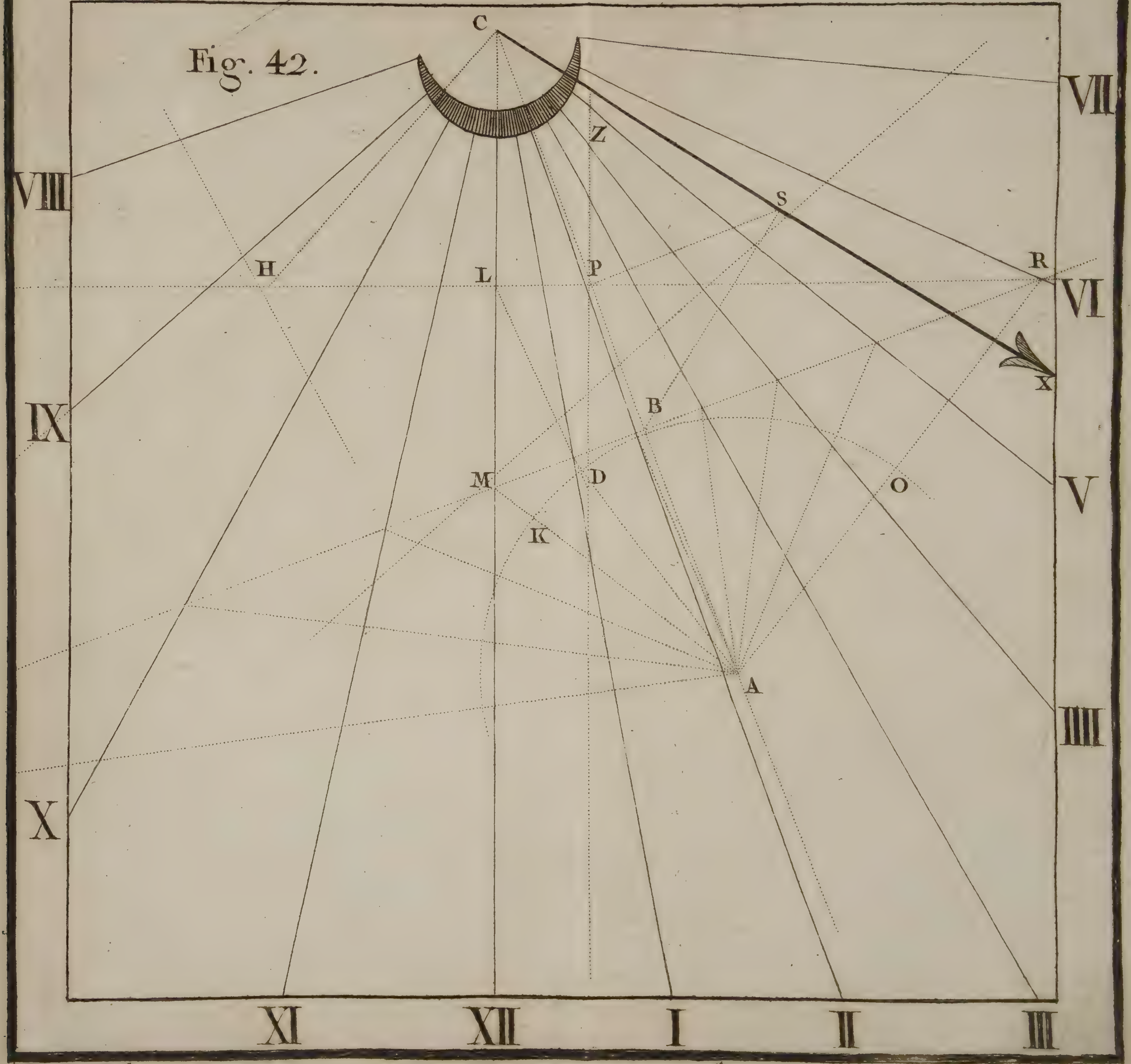
AI. *Meridienne ou ligne de minuit.*
A. *Centre du Cadran.*
B. *Centre diviseur de l'equinoxiale.*
HG. *Ligne equinoxiale.*
AE. *l'Axe du Cadran.*
IF. *Quart de cercle divisé en six parties égalles.*
AD. *Ligne de complement de la latitude.*
DI. *Rayon de l'équateur.*

Axe du Cadran polaire.
Fig. 39.

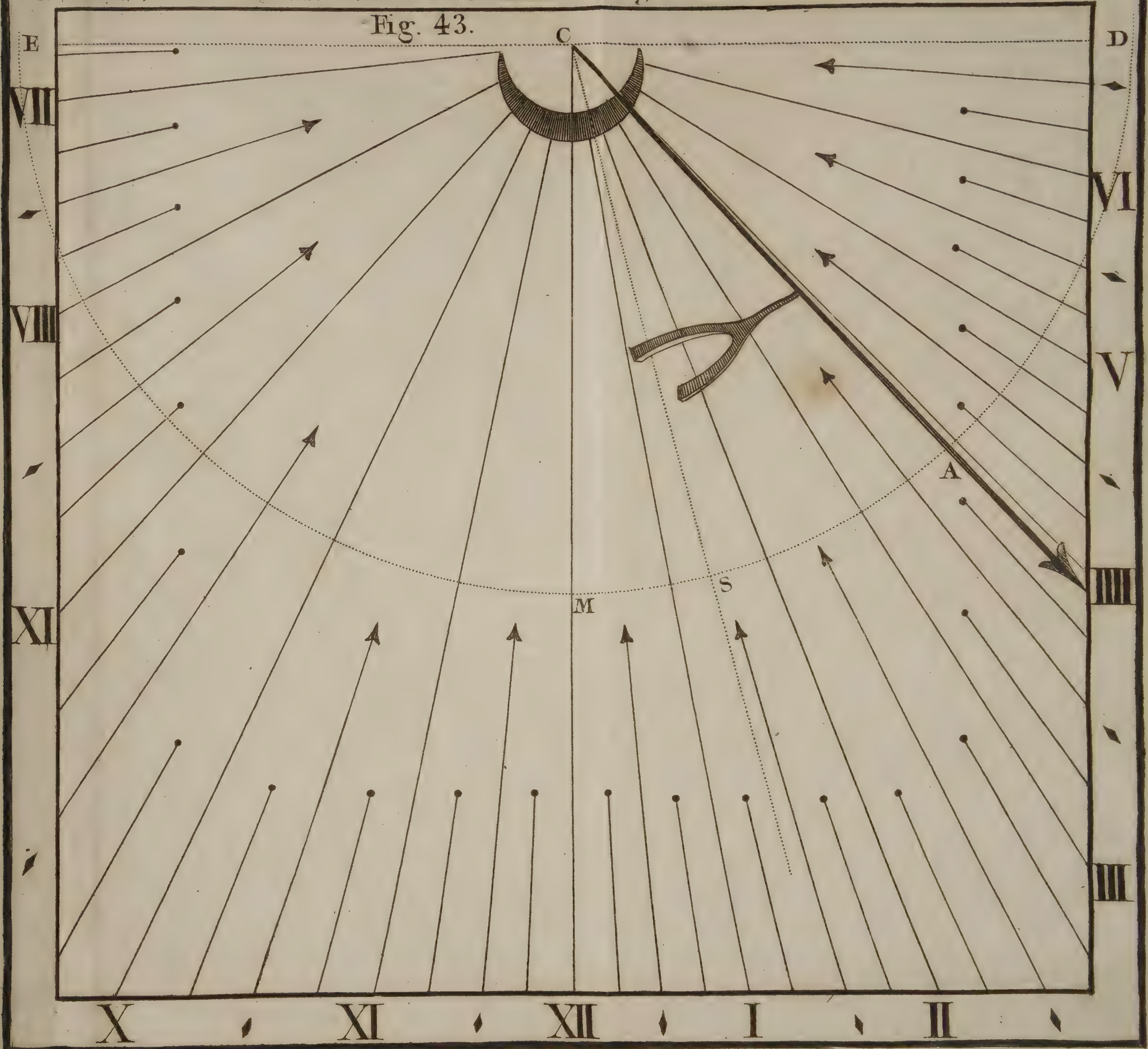
Maniere Scul. — Meunier Sc.

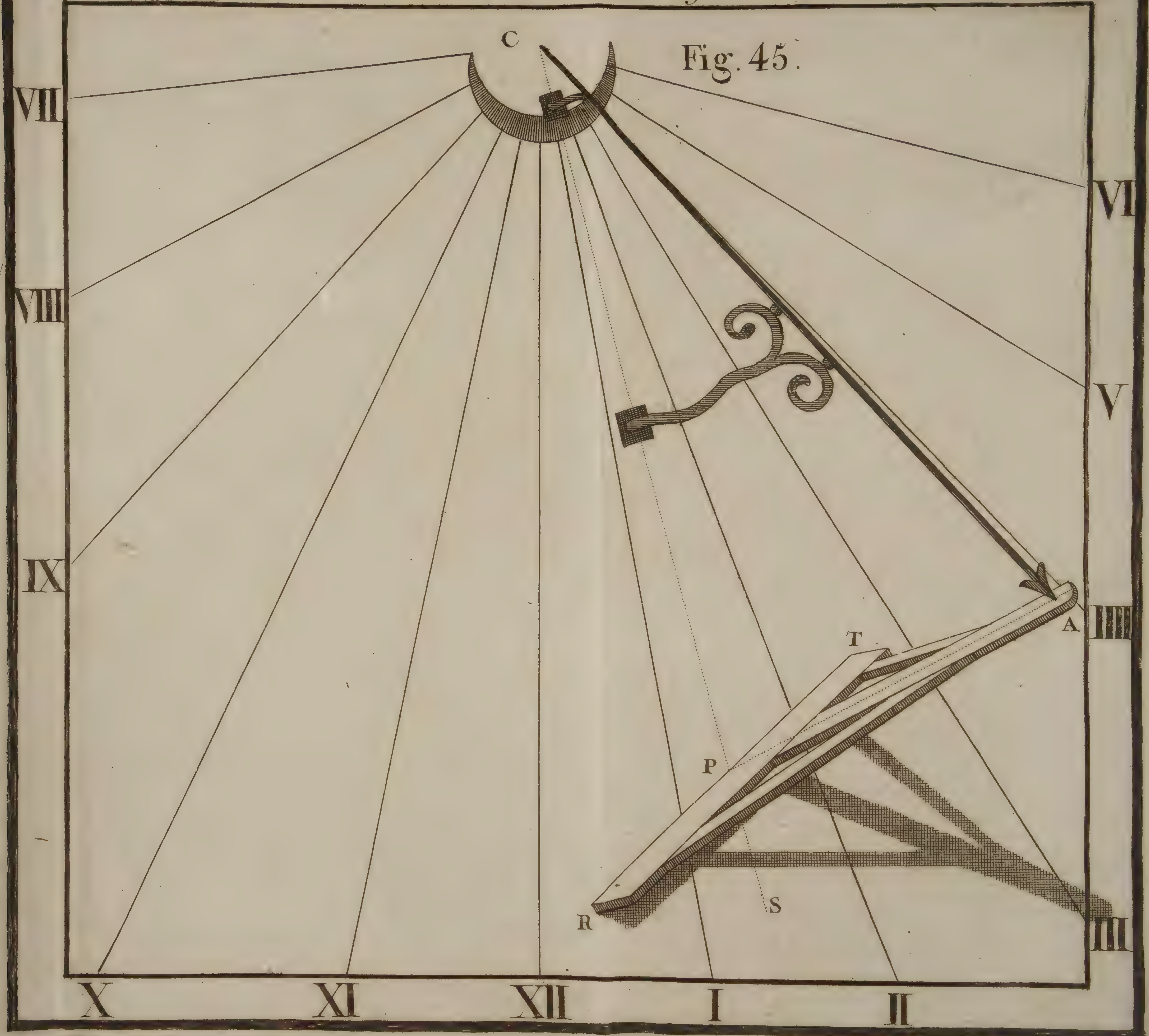

G
S
A
P
Fig 40
B
F
S
H
L
P
R
F
E
B
L
G
Fig. 41.
F
F
F
D
Maniere Sculp.
Meunier Sc.

VERTICAL déclinant du midi à l'occident de 25 dégrés ; à la hauteur du Pole de 48 dégrés.



Maniere Sculp. Mounier Sc.


CADRAN Vertical. declinant du Midi a l'Occident de 15 Deg. 18 Min. a la hauteur du Pole de 44 Deg. 50 M.
Fig. 43.
E
C
D
VII
VI
VIII
V
A
XI
S
M
IIII
III
X
XI
XII
I
II
Maniere Sculp.
Meunier Sc


CADRAN Vertical, declinant du Midi à l'Occident de 15 Deg. 18 Min. à la Latitude, de 48 Deg. 50 Min.
Fig. 45.
C
VII
VIII
IX
X
XI
XII
I
II
III
IIII
V
VI
A
T
P
R
S
Maniere Sculp.
Meunier Sc.

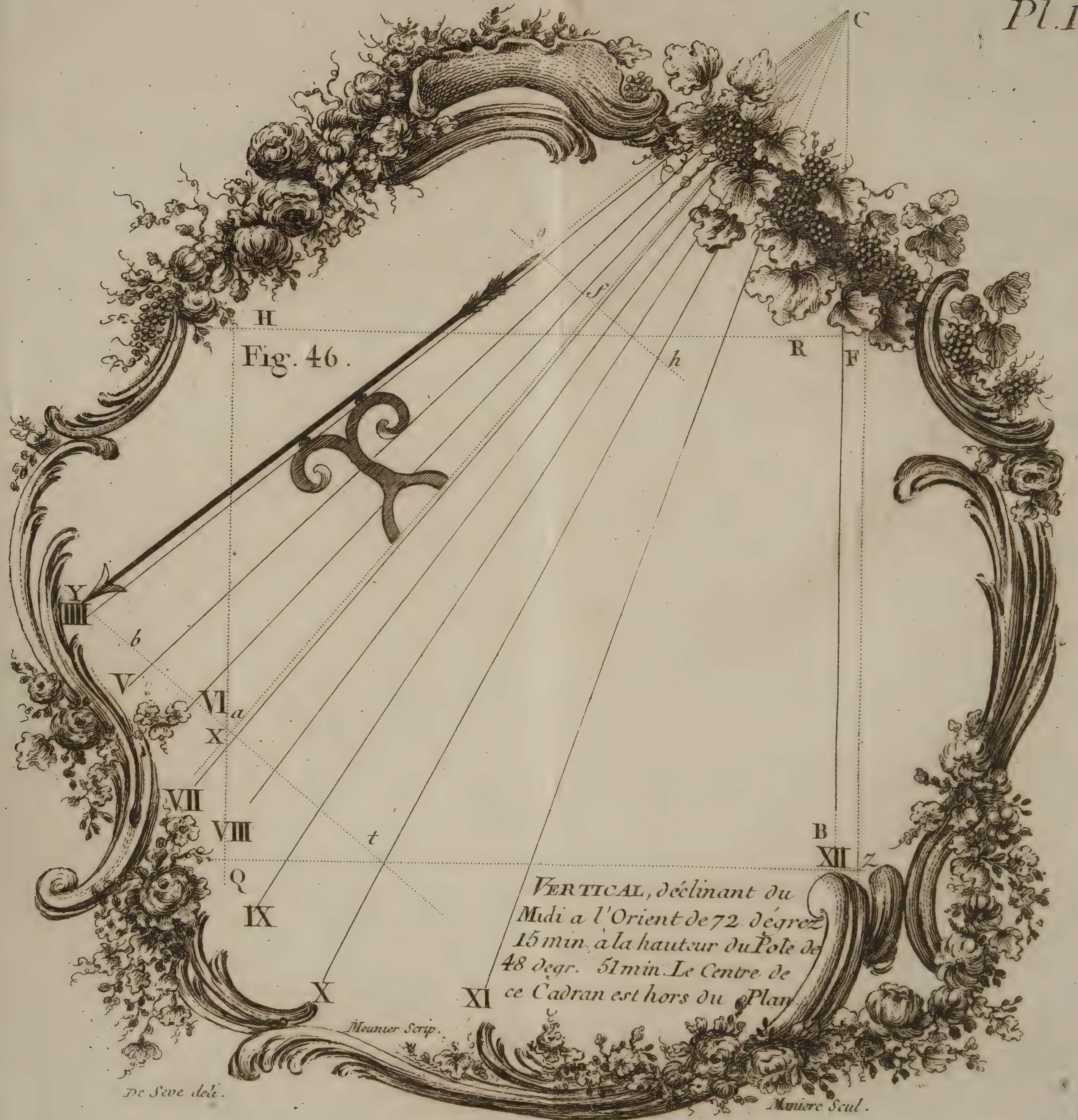
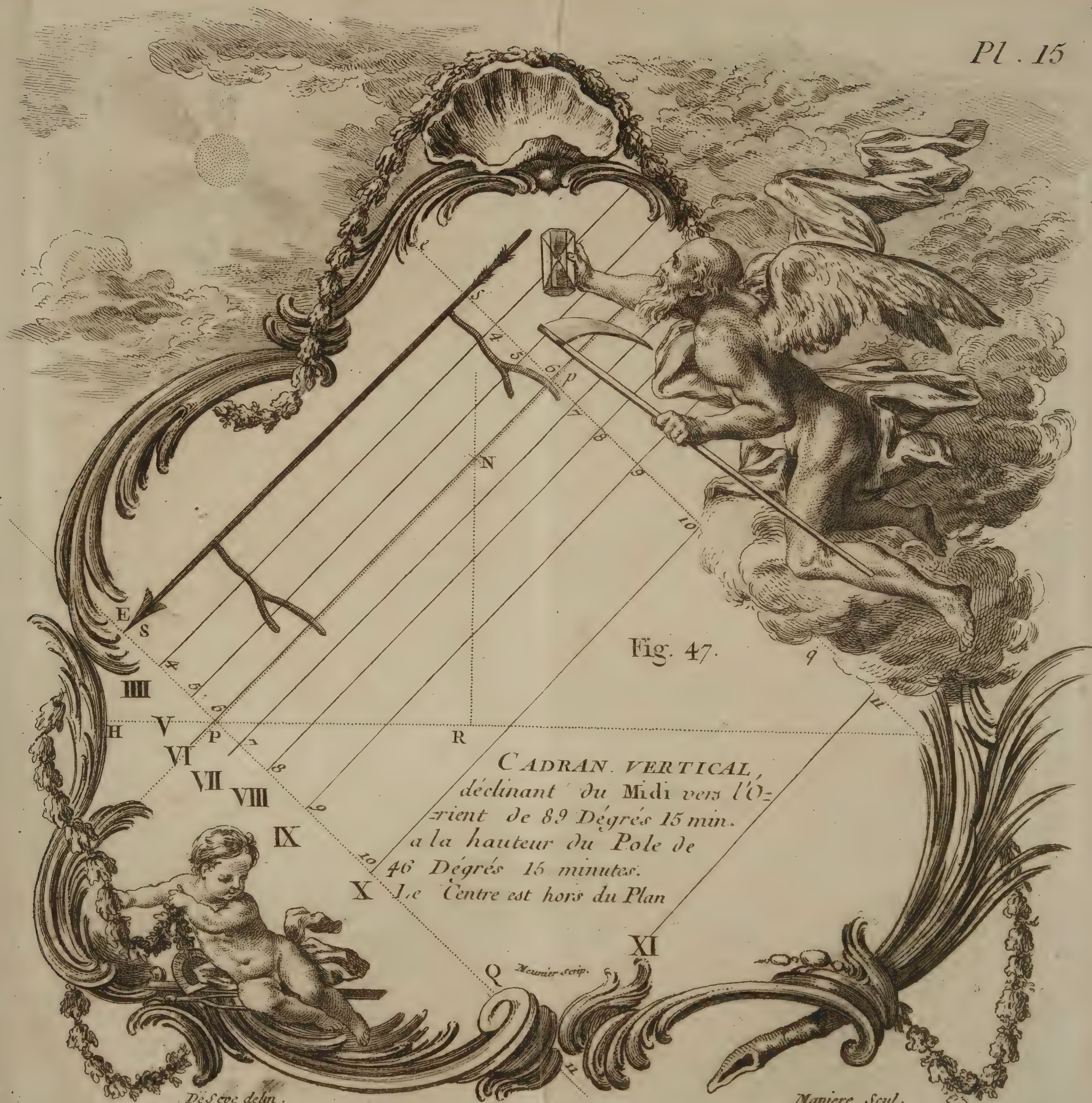


Fig. 46.
C
H
R
F
g
f
h
b
a
t
Q
B
Z
IIII
V
VI
X
VII
VIII
IX
X
XI
XII
VERTICAL, déclinant du Midi a l'Orient de 72 dégrez 15 min. a la hauteur du Pole de 48 degr. 51 min. Le Centre de ce Cadran est hors du Plan.
Meunier Scrip.
De Seve del.
Maviere Scul.


E
S
4
5
6
P
7
8
9
10
11
N
R
H
Q
IIII
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
Fig. 47.
CADRAN. VERTICAL, déclinant du Midi vers l'Orient de 89 Dégrés 15 min. a la hauteur du Pole de 46 Dégrés 15 minutes. Le Centre est hors du Plan
Meunier Scrip.
De Seve delin.
Maniere Sculp.

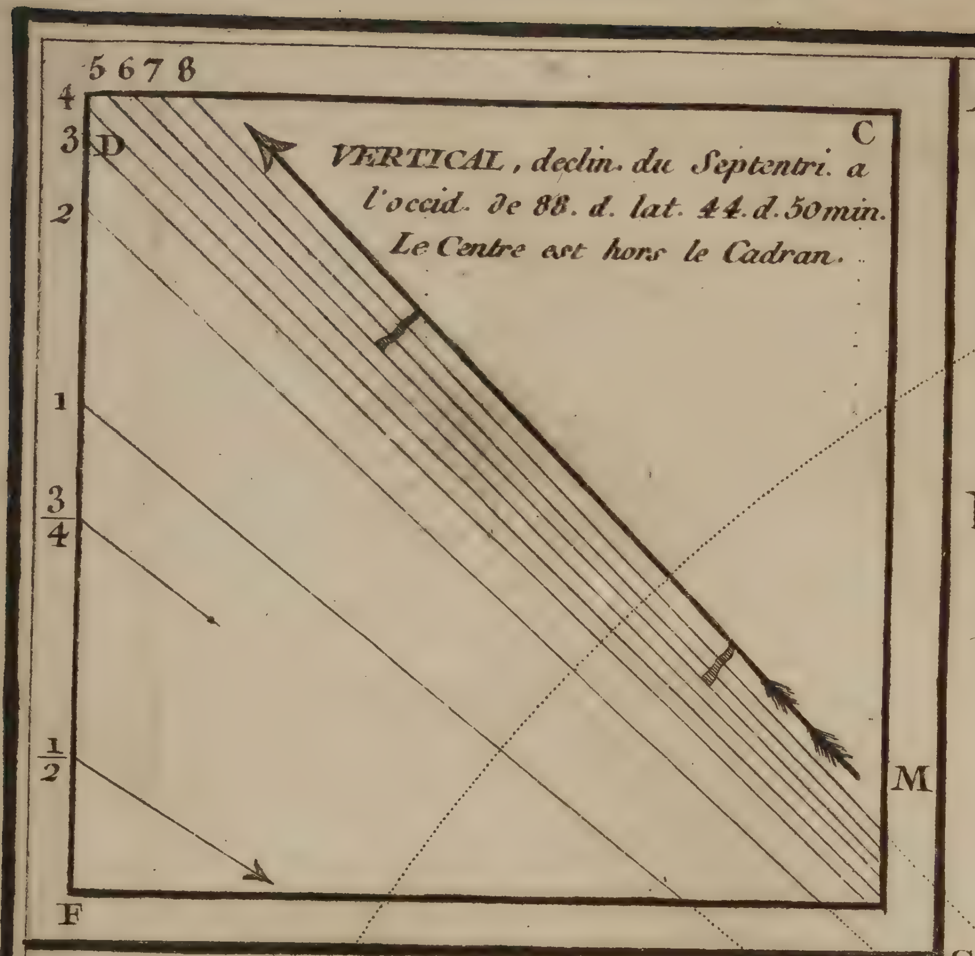


Fig. 48.

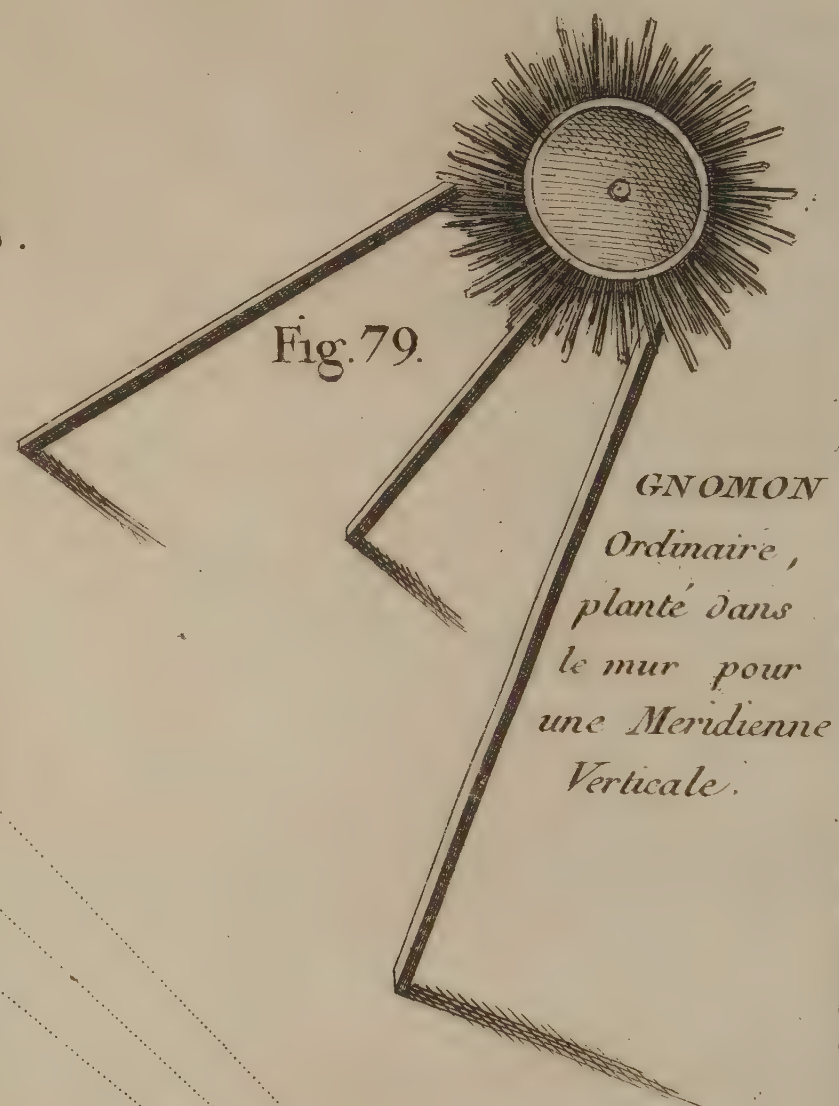


Fig. 79.

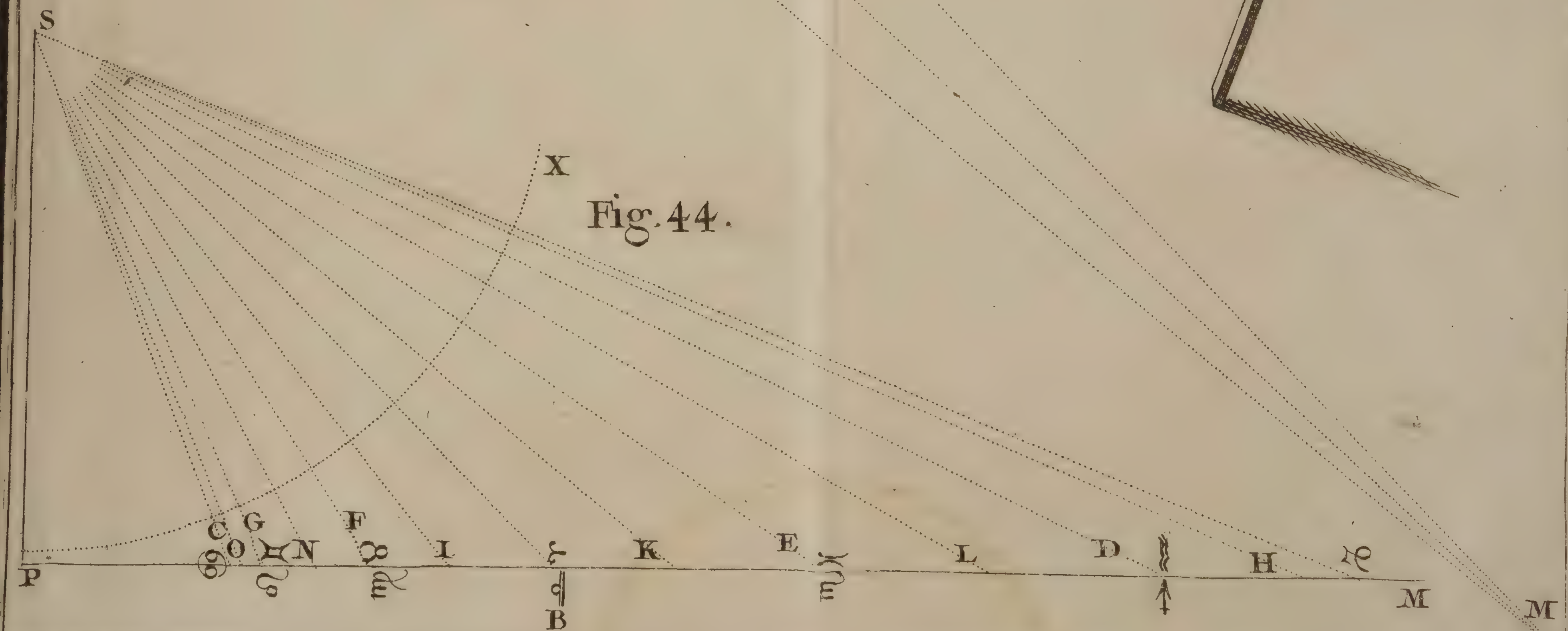


Fig. 44.

Maniere Scul. Meunier Sc.

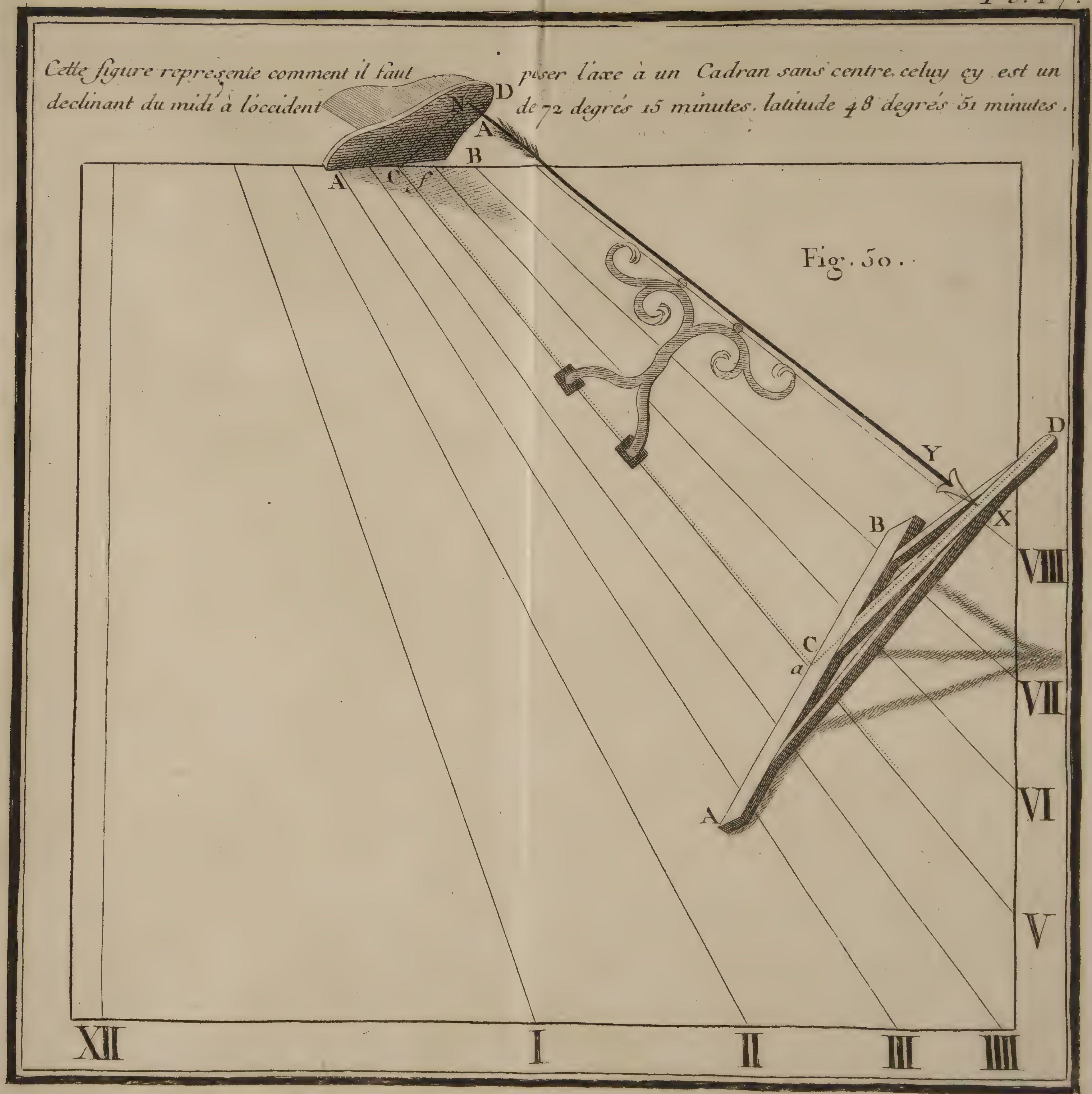

Cette figure represente comment il faut poser l'axe à un Cadran sans centre, celuy cy est un declinant du midi à l'occident de 72 degrés 15 minutes, latitude 48 degrés 51 minutes.
Fig. 50.
N
D
A
B
A
C
f
Y
D
X
B
C
a
A
VIII
VII
VI
V
XII
I
II
III
IIII

Fig. 53.

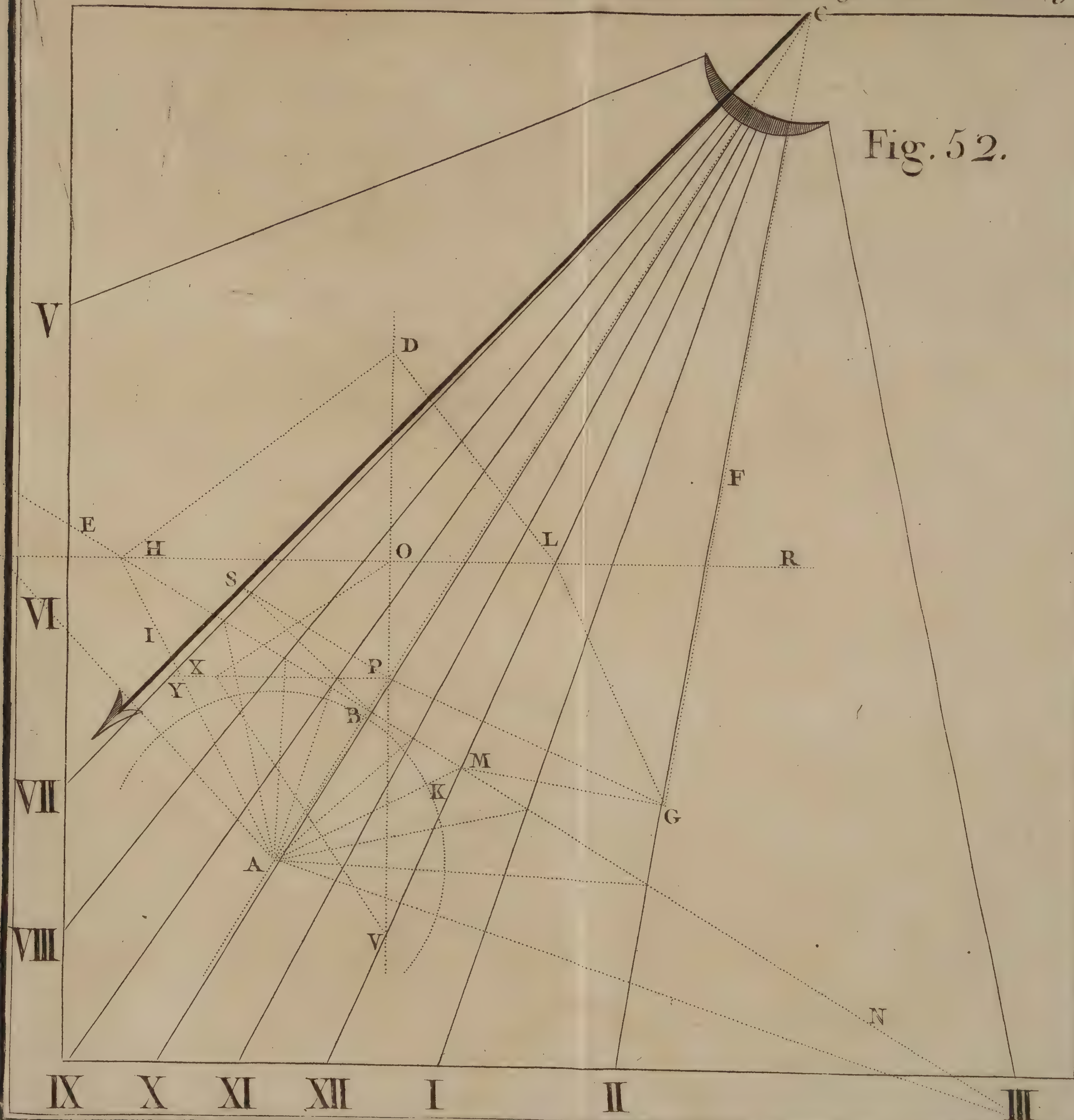
Fig. 51.

Fig. 55.

Fig. 54.

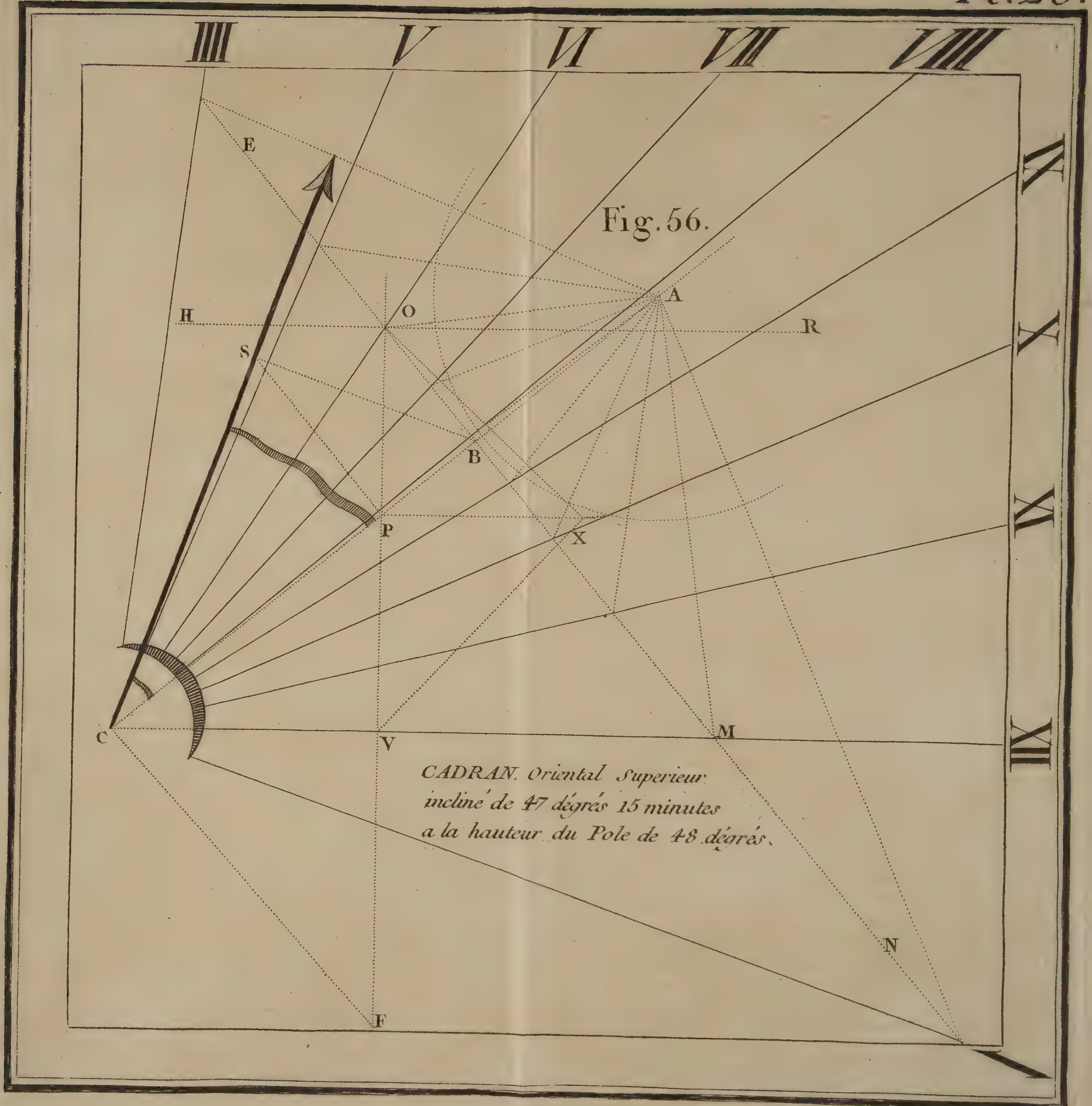
Fig. 57.

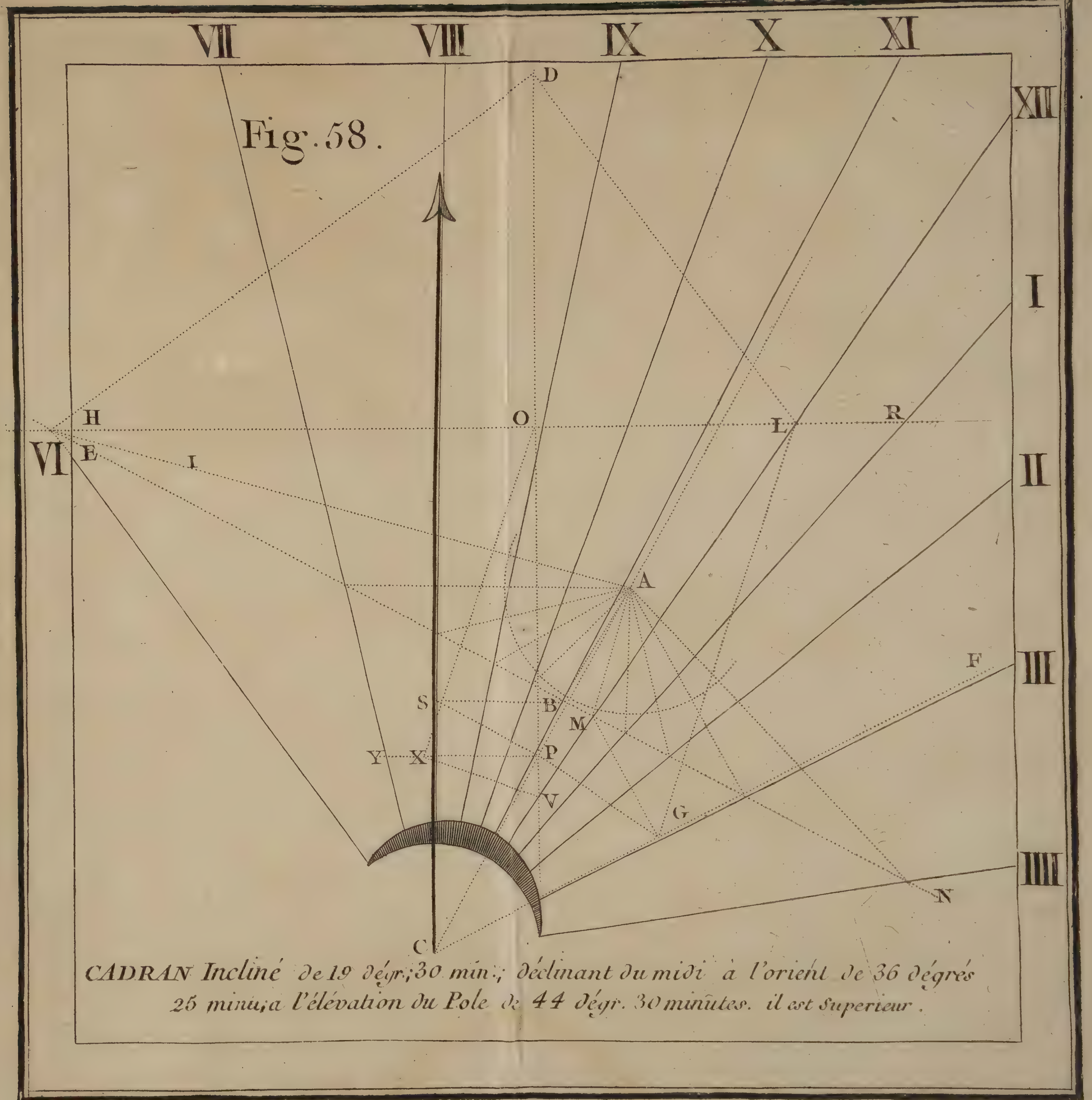
Maniere Scul. Meunier Scul.



Maniere Sculp.

Meunier Sc.

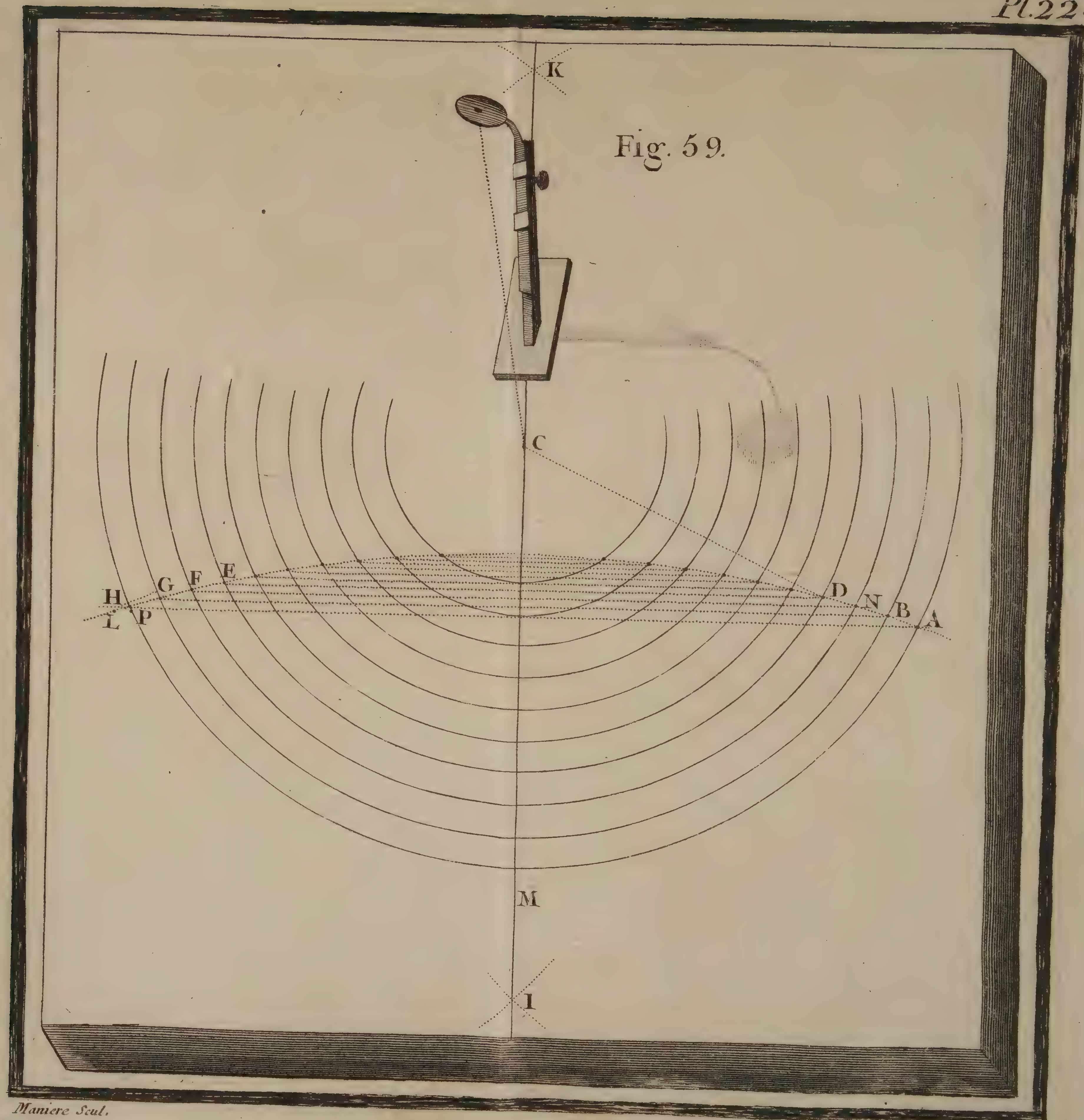

IIII
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
Fig. 56.
E
H
O
A
R
S
B
P
X
C
V
M
N
F
CADRAN. Oriental Superieur
incliné de 47 dégrés 15 minutes
a la hauteur du Pole de 48 dégrés.

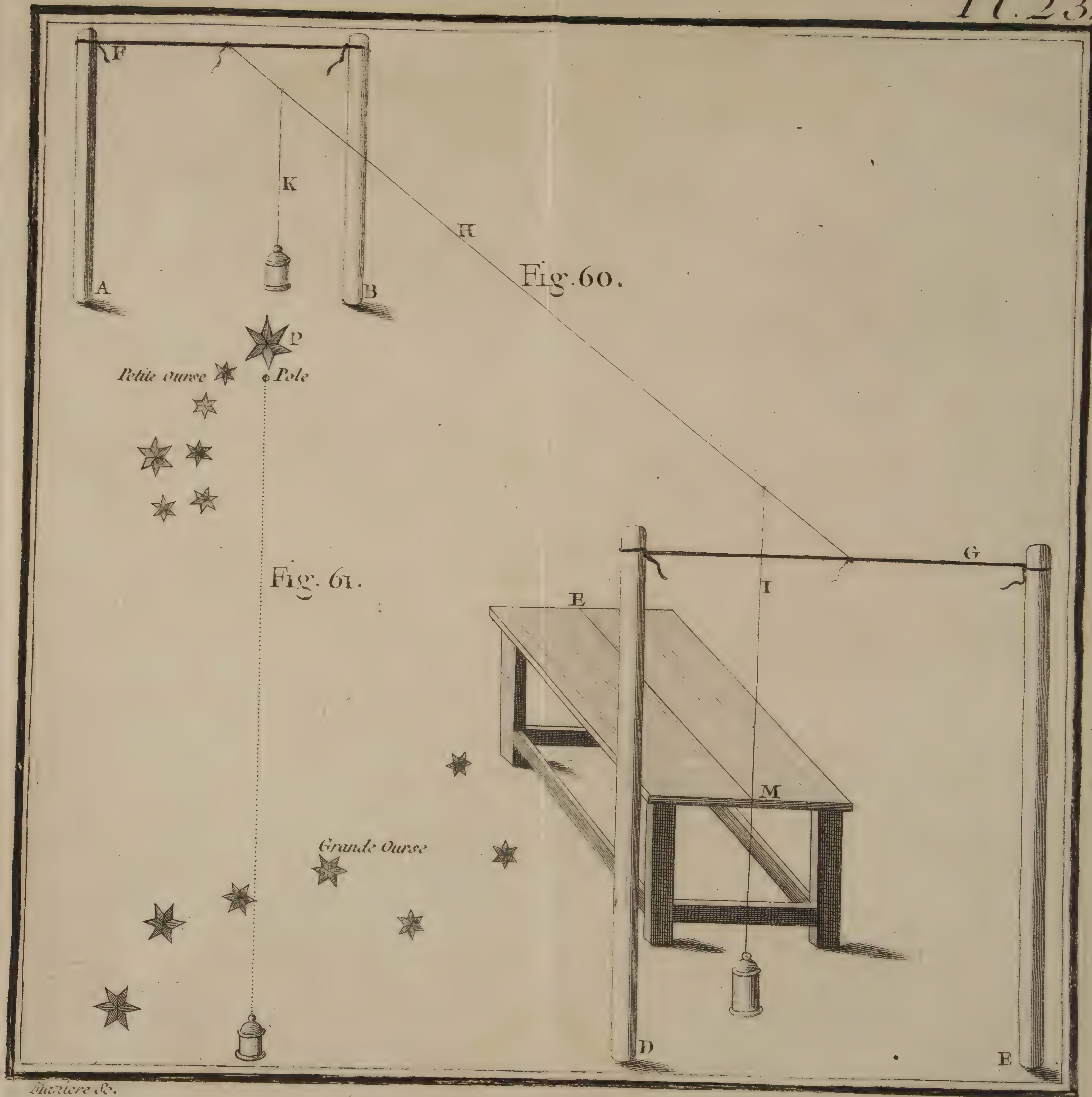


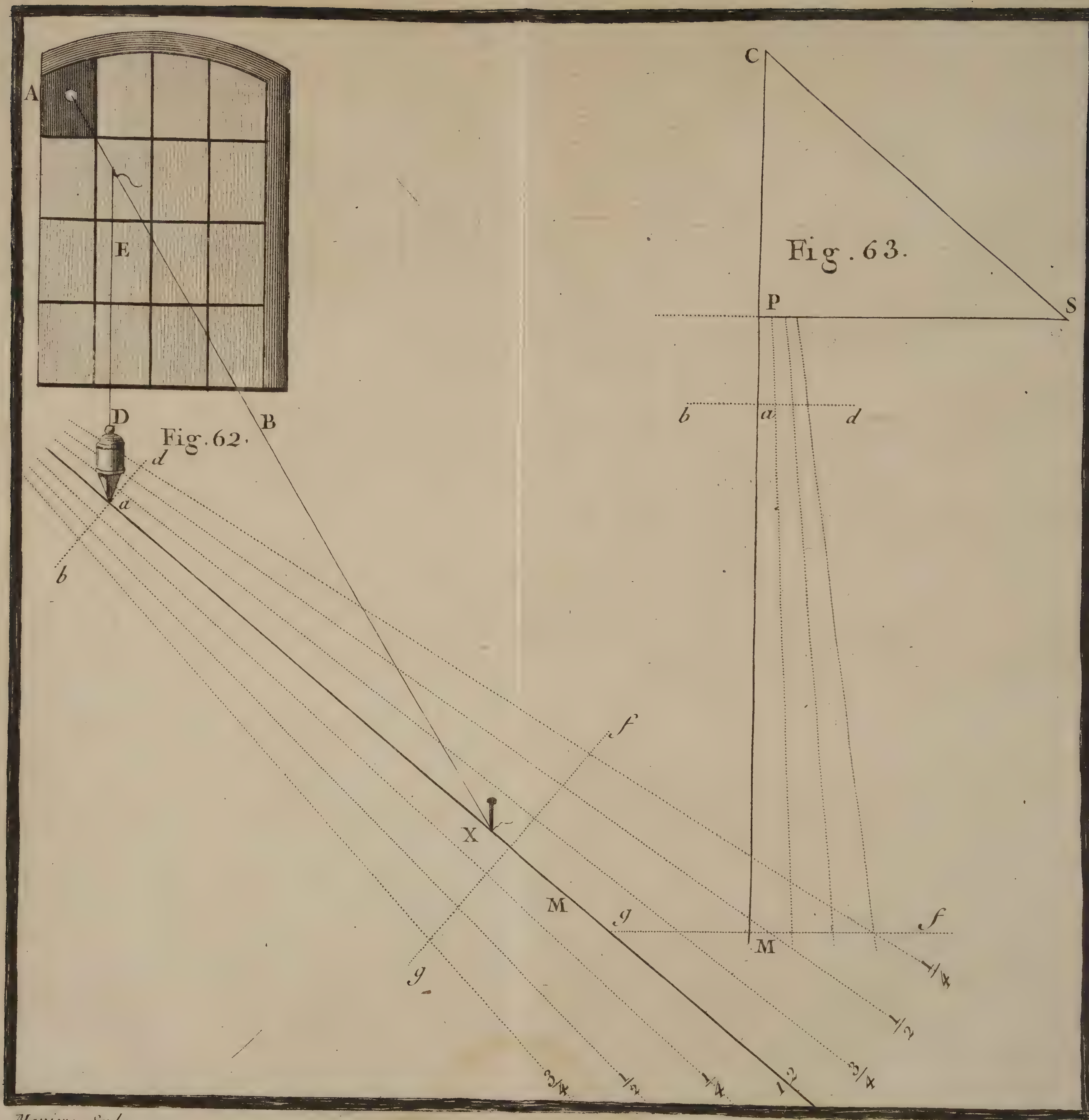
CADRAN Incliné de 19 dégr.; 30 min.; déclinant du midi à l'orient de 36 dégrés 25 minu.; a l'élévation du Pole de 44 dégr. 30 minutes. il est Superieur.

Maniere Scul. Meunier Sc.

Pl. 22.




Pl. 23.
F
K
H
A
B
Fig. 60.
P
Petite Ourse
Pole
Fig. 61.
G
I
E
M
Grande Ourse
D
E
Meunier Sc.

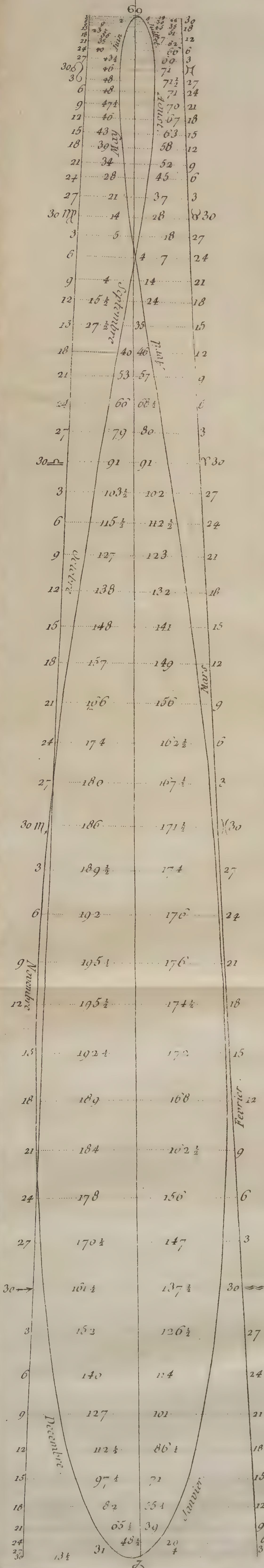


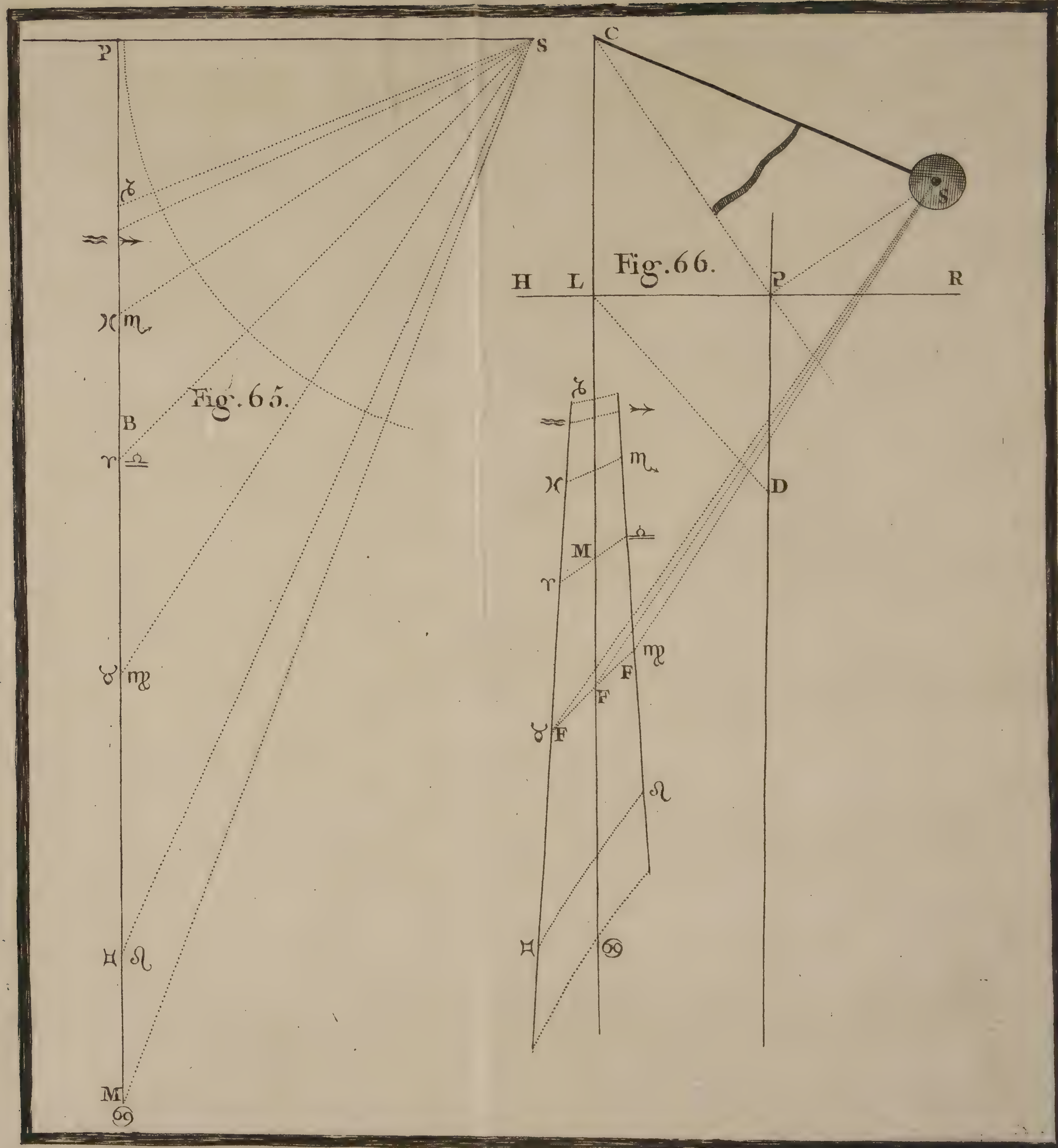
Maniere Sculp.

Meunier Scr.

Meridienne horizontale du temps moyen, à la hauteur du Pole de 44 degrés 50 minutes.

Fig. 64.





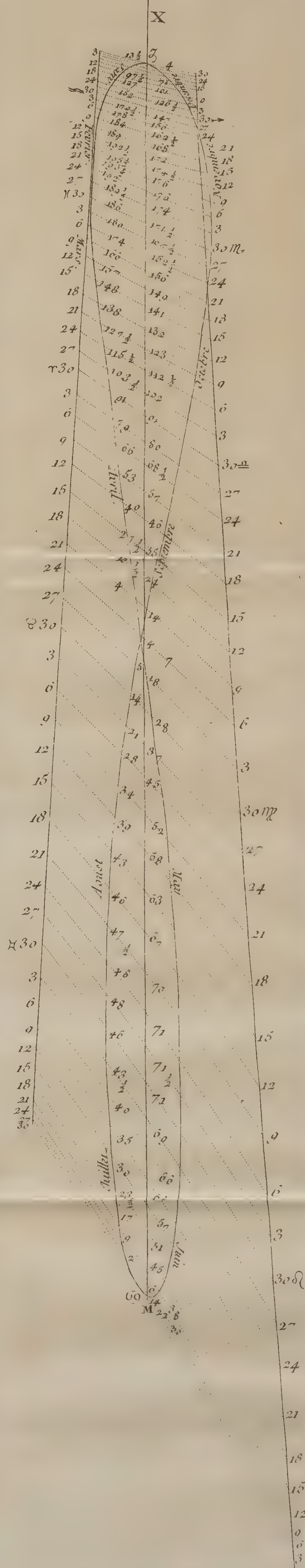
Maniere Sculp.

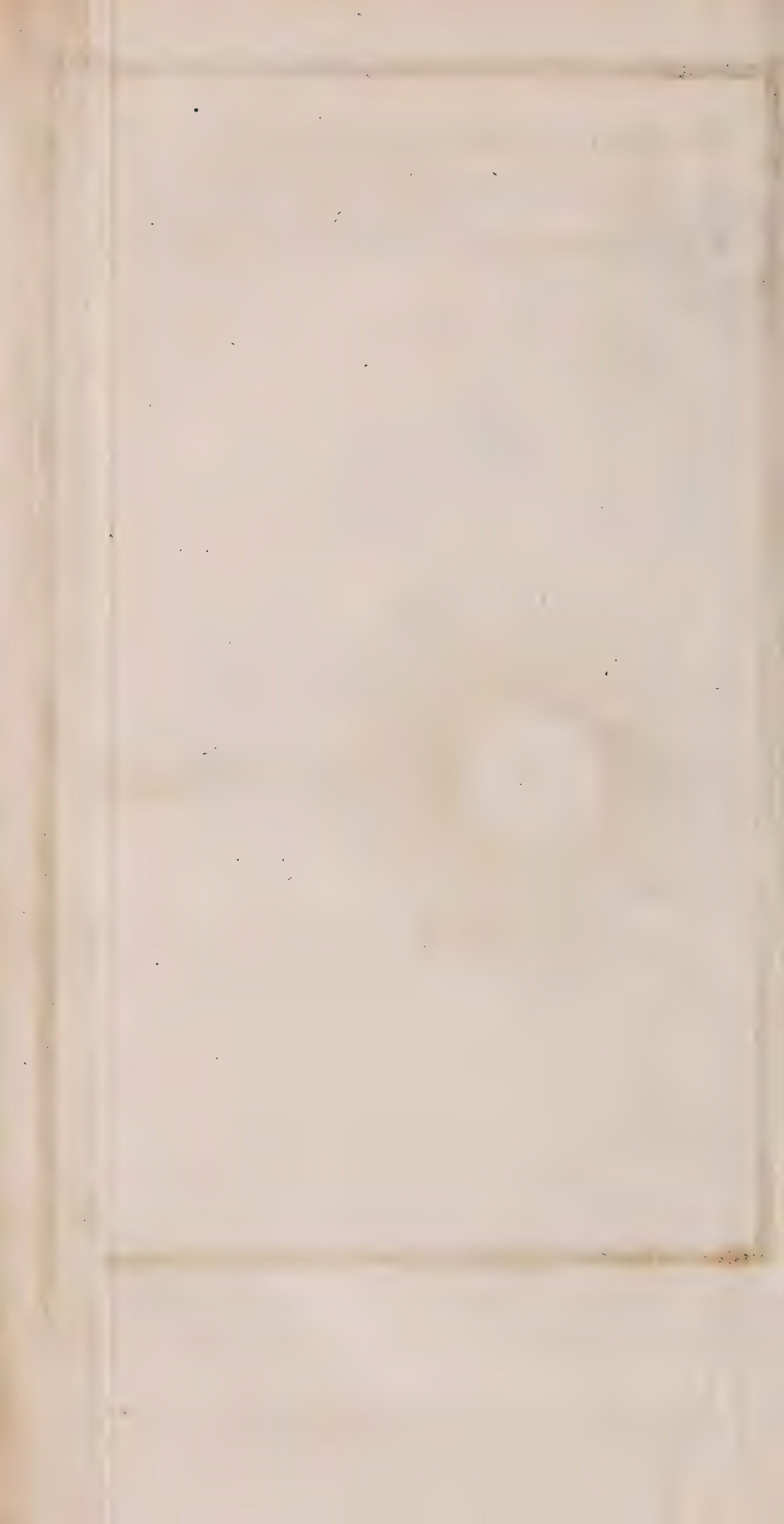
Meunier Sc.

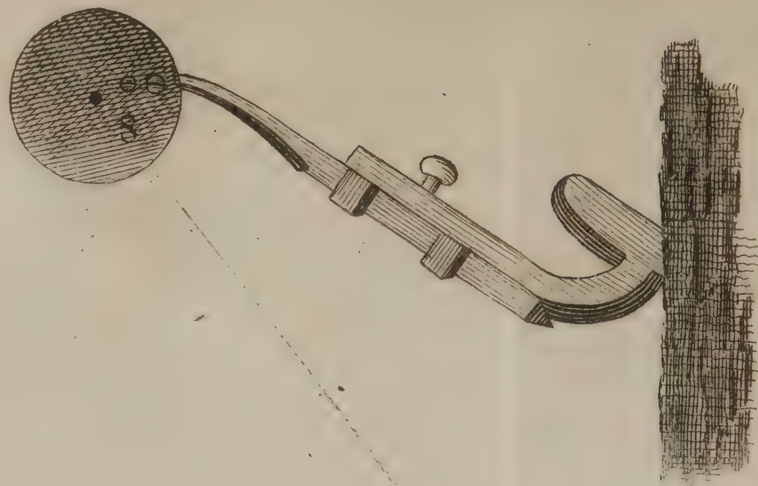
MERIDIENNE *Verticale du tems moyen, le plan declinant du midi vers l'orient de 42 degrés 36 minutes; à la hauteur du Pole de 44 degrés 50 minutes. CM, Meridienne du tems vrai. CS, longueur de l'Axe. CD, Soustilaire.*

Pl. 27.







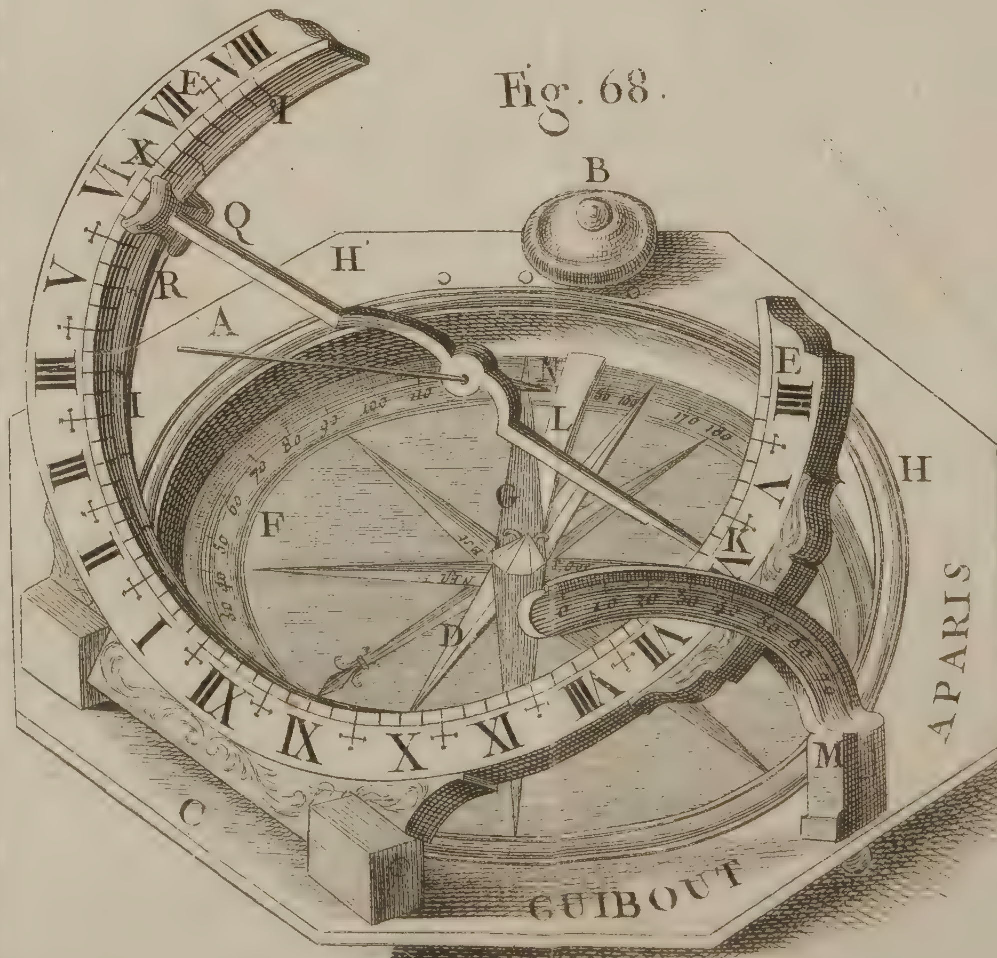


Voyez l'explication de cette fig. 79. à la Table des matieres au mot Point de lumiere.

Fig. 79.

CADRAN Equinoctial portatif et universel.

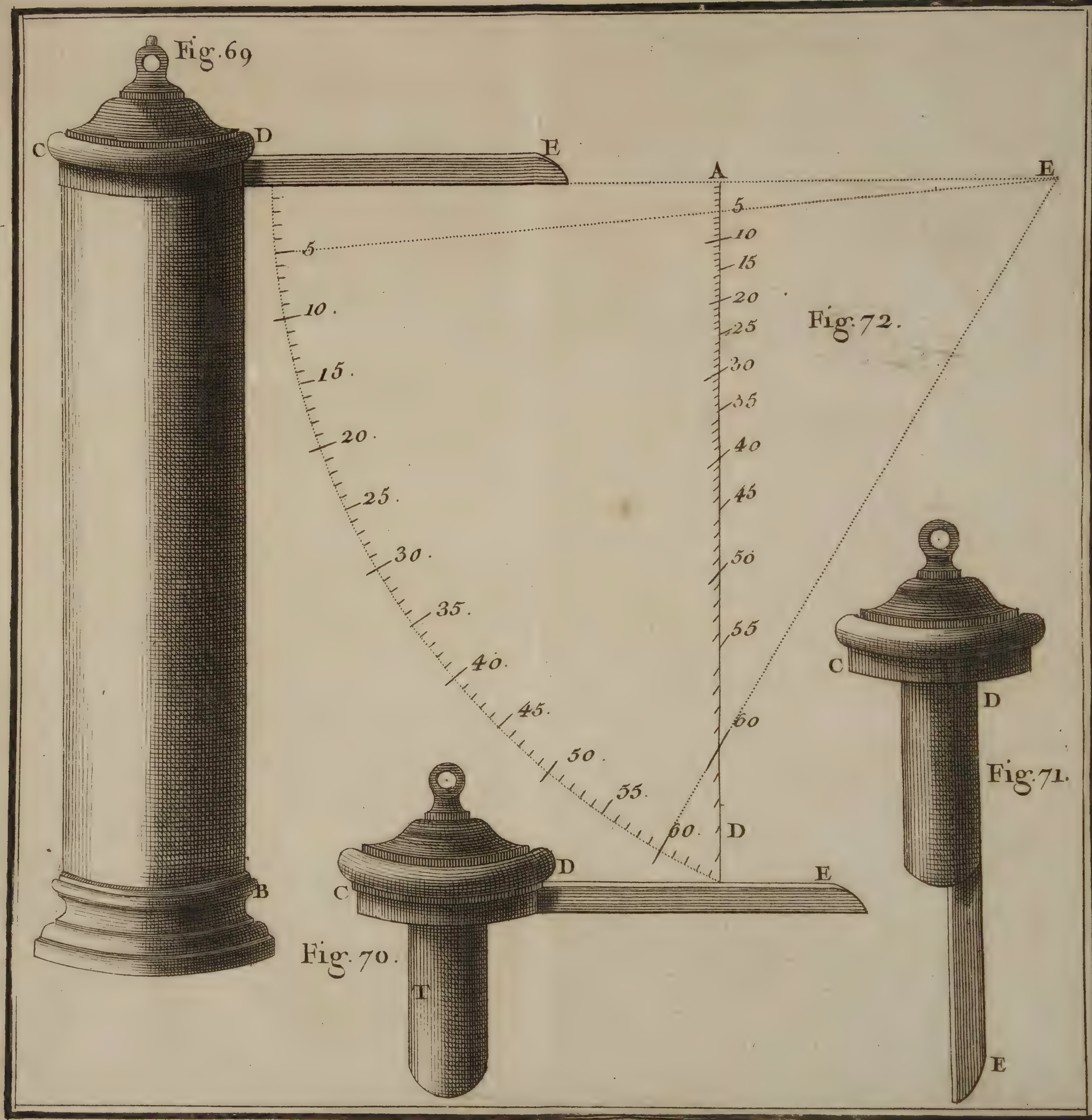
Fig. 68.



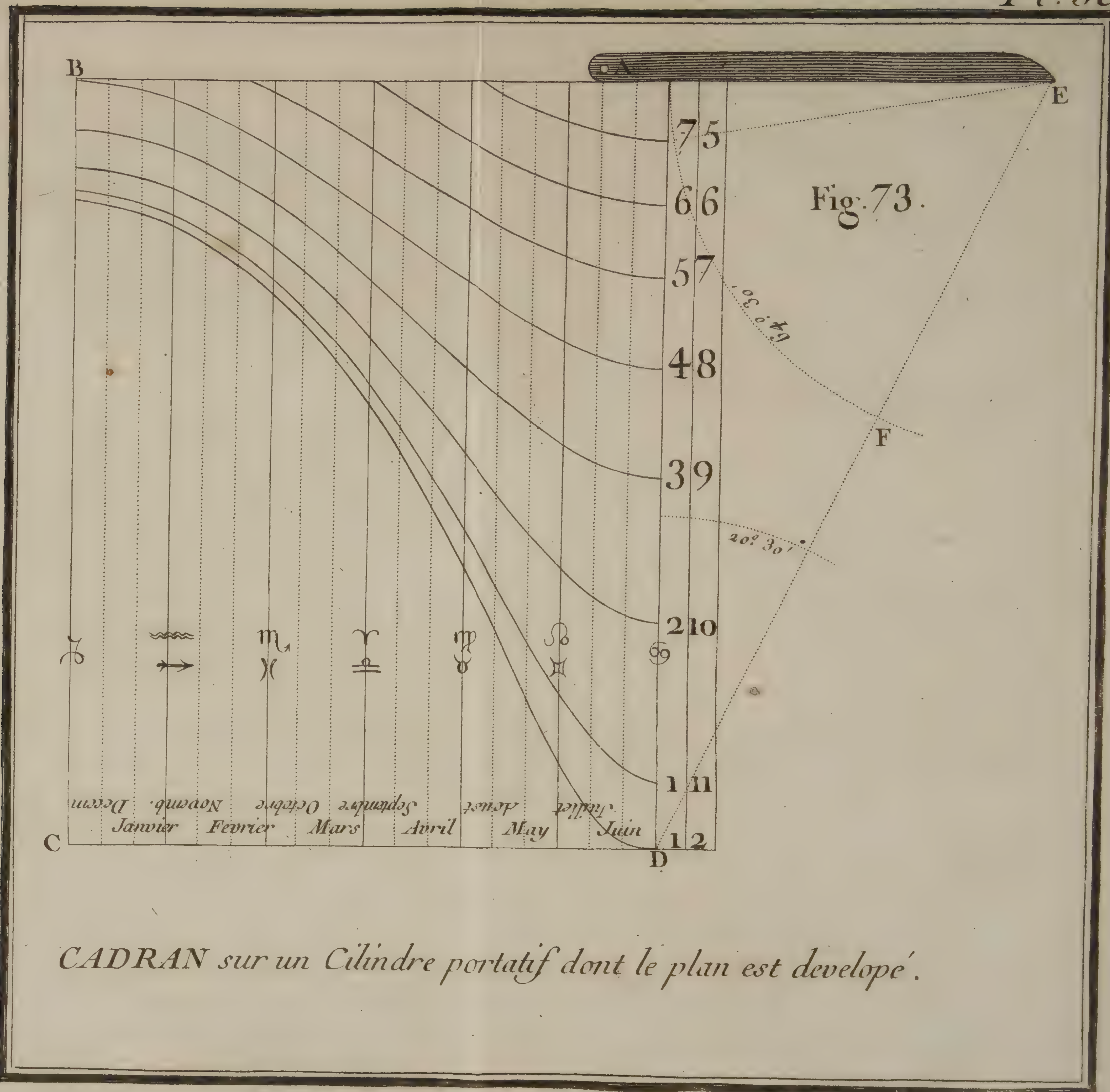
Meunier Sc.

de Seve Del. *Maniere Sculp.*

Pl. 29.



Maniere Sculp. Meunier Sc.

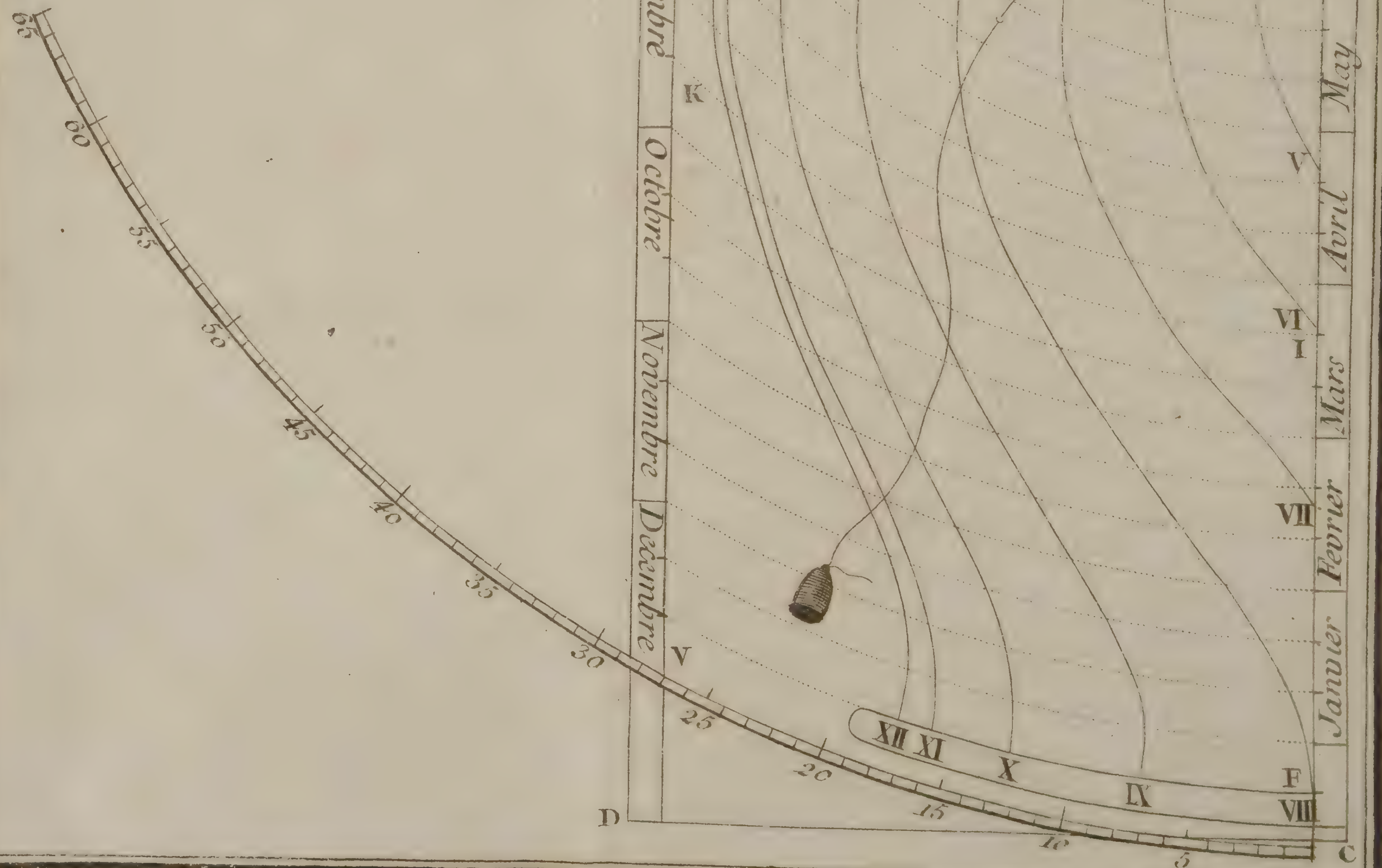


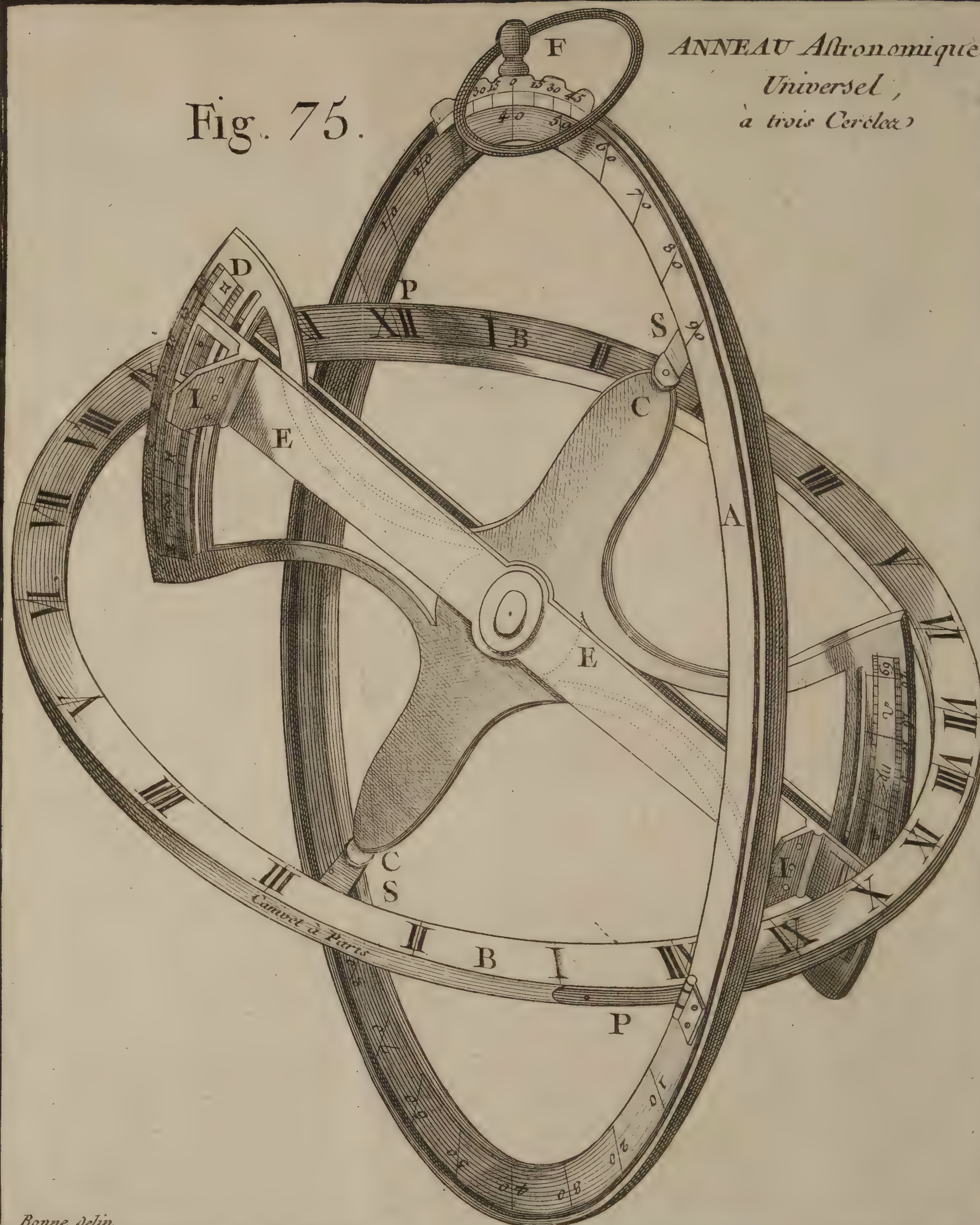
CADRAN sur un Cilindre portatif dont le plan est developé.

CADRAN, portatif sur un plan droit, qui marque les heures par les hauteurs du Soleil, a la hauteur du pole de 49 dégrés.

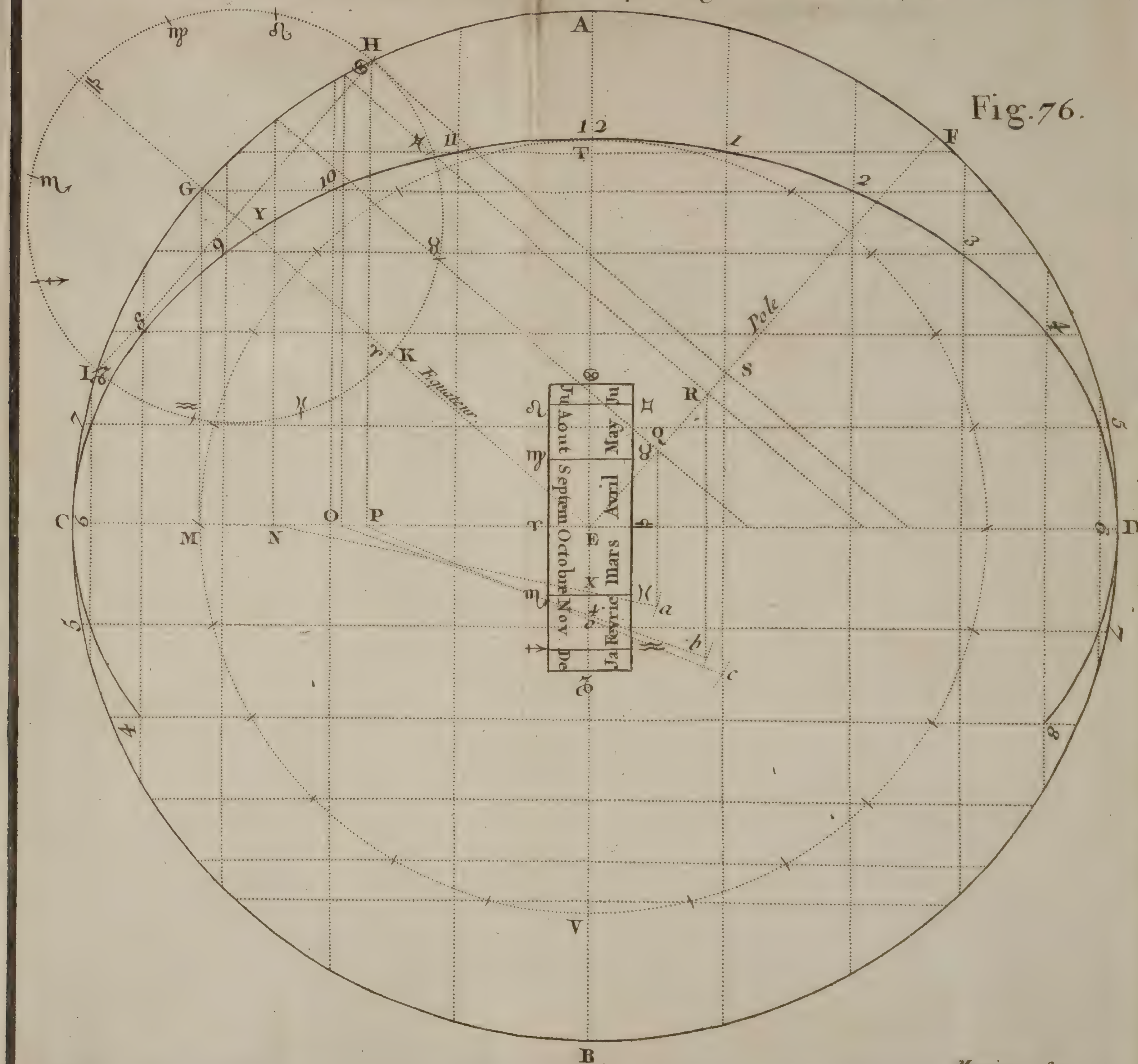
Fig. 74.

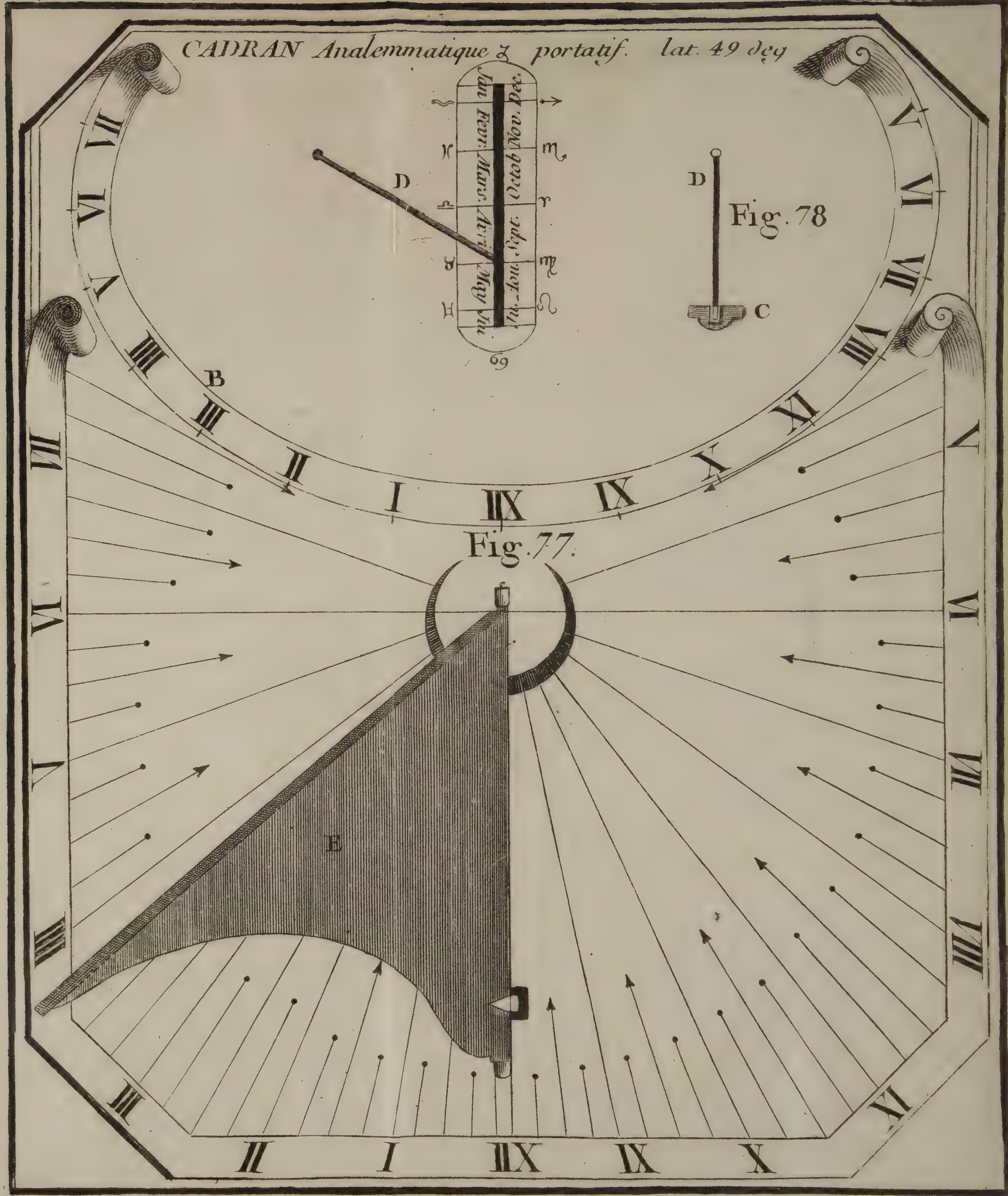
A Juillet B
O E
Aout
XII I II III IIII V VI VII G




ANNEAU Astronomique Universel, à trois Cercles
Fig. 75.
F
D
P
S
B
C
I
E
A
E
C
S
I
B
P
Canivet à Paris
Bonne delin
Maniere Scul.
Meunier Sc.

ANALEMME pour la construction du Cadran portatif Analemmatique. Lat. 49. Degrés.




CADRAN Analemmatique & portatif. lat. 49 deg
Fig. 78
Fig. 77.
D
C
B
E

CARTE DE FRANCE

suivant les Operations Geometriques de MM. de l'Acad. Royale des Sciences.

avec les Pais Limitrophes assujetis aux Observations Astronomiques combinées avec les itineraires anciens et modernes.

Par R. Bonne

Ingenieur Géographe, et Maitre de Mathematiques

1760.

Septentrion — Midy — Occident — Orient

ANGLETERRE — LA MANCHE — PAS DE CALAIS — ZEELANDE — FLANDRE — PAYS BAS — HAINAUT — HESSE — FRANCONIE — SOUABE — PICARDIE — ISLE DE FRANCE — CHAMPAGNE — LORRAINE — NORMANDIE — BRETAGNE — LE MAINE — ANJOU — BEAUCE — ORLEANOIS — POITOU — BOURGOGNE — FRANCHE COMTE — SUISSE — GRISONS — WALAIS — NIVERNOIS — BOURBONNOIS — LA MARCHE — ANGOUMOIS — LIMOSIN — AUVERGNE — LYONOIS — BRESSE — BUGEY — SAVOYE — DAUPHINE — PIEMONT — PERIGORD — GUIENNE — QUERCI — ROUERGUE — VIVAREZ — LANGUEDOC — PROVENCE — REPUBLIQUE DE GENES — MILAN — LES LANDES — GASCOGNE — ARMAGNAC — CHALOSSE — BEARN — BIGORRE — NAVARRE — BISCAYE — CASTILLE — ARAGON — CATALOGNE — ROUSSILLON — OCEAN

GOLFE DE LYON — MER MEDITERRANEE — GOLFE DE GENES — Is. d'Hieres — I. de WIGHT

Lieues d'une heure de 20 au dégré
5 10 20 30

Lieues communes de France de 25 au Degré
5 10 15 20 25 30 35 40

Miles d'Italie de 60 au Degré
10 20 30 60 90

Miles d'Allemagne de 15 au Degré
5 10 15 20

Miles communs d'Angleterre
10 20 30 40 50 60 70 80

Lieues d'Espagne de 16 et demie au Degré
5 10 20 30 40

